課題名 5ZB-1201 群馬県に降下した放射性セシウムの動態解析と将来予測

課題代表者名 角田 欣一 (群馬大学理工学研究院分子科学部門分析化学研究室)

研究実施期間 平成24~25年度

累計予算額 27,651千円(うち25年度13,000千円) 予算額は、間接経費を含む。

本研究のキー 福島第一原子力発電所事故、放射性セシウム、ワカサギ、群馬県、赤城大沼 ワード

研究体制

- (1)群馬県内の放射性セシウムによる土壌汚染と湖沼および渡良瀬川水系汚染の実態解明 (群馬大学)
- (2) 湖沼および河川生態系における放射性セシウムの動態解析(群馬県水産試験場)
- (3)赤城大沼湖沼生態系の物質循環に関する研究((独)国立環境研究所)
- (4) 放射性セシウム汚染の将来予測(武蔵大学)

研究協力機関

金沢大学、東京都市大学、桐生市水道局

研究概要

1. はじめに(研究背景等)

福島第一原子力発電所事故により、群馬県でも放射性物質の降下が観測された。群馬県の調査、文科省に よる航空機モニタリング調査、さらに本研究グループの調査により、特に、北部、西部の山間部を中心に放射性 セシウム汚染の広がりが判明し、また赤城大沼においては、ワカサギ、ウグイ、イワナなどの魚類に暫定基準値 以上の放射性セシウムの汚染が観測された。この赤城大沼の魚類の放射性セシウム汚染は、同程度の放射性 セシウムの降下があったと考えられる他県の湖沼や県内の渡良瀬川水系や利根川水系の湖沼などと比較して も、より高く、またその値も低下しなかった。このため、赤城大沼における汚染は、他の水系に比べて特異的と判 断された。また、赤城大沼のワカサギは、地元の観光資源として重要な遊漁対象魚種であり、その汚染対策は

行政的にも必要であった。そこで、赤城 大沼を中心とする群馬県における放射 性セシウム汚染の現状評価と将来予測 を目的として本研究がスタートした。

2. 研究開発目的

本研究では、①群馬県内に降下した 放射性セシウムによる汚染の実態を把 握する、②赤城大沼および対照となる水 系について、放射性Cs汚染の生態系へ の影響を総合的に解析しその原因究明 および将来予測を行う、の二つの研究課 題を設定し、これらに関する基礎データを 行政の協力も得つつ取得することを第一 の目的とした。さらに、これらのデータをも とに、赤城大沼について、その放射性セ シウム汚染の将来予測を行うことにした。 図1に本研究の目的と組織をまとめる。



3. 研究開発の方法

(1)群馬県内の放射性セシウムによる土壤汚染と湖沼および渡良瀬川水系汚染の実態解明

赤城大沼については底質の湖心及び周辺土壌6箇所を採取した(図2)。また、群馬県みどり市の草木ダム及 び群馬県東部に位置する渡良瀬川流域の底質12地点においても試料を採取した。試料の放射性セシウム濃度 はGe半導体検出器を用いて定量した。 放射性セシウムの化学形態別分析は、試薬や撹拌条件を段階的に変化 させて土壌から金属イオンを抽出・分画するTessierらの逐次抽出法により行 った。抽出試薬として、フラクション 1(F1)画分には1 M MgCl₂、F2には1 M CH₃COONa/CH₃COOH、F3には0.04 M NH₂OH・HCI-25% CH₃COOH、F4には 30% H₂O₂を用いた。この場合、金属イオンの形態は、溶出のしやすい順から イオン交換態(F1)、炭酸塩態(F2)、Fe-Mn酸化物態(F3)、有機物結合態 (F4)に分類される。また、F4残渣を最も溶出しにくいケイ酸塩態(F5)とした。 各フラクションの放射性セシウム濃度はGe半導体検出器を用いて測定した。

一方、赤城大沼底質中の放射性Csの鉛直方向分布を測定するために、 湖心、流入部、流出部の3ヶ所で、ほぼ2ヶ月ごとに佐竹式コアサンプラーを 用いて底質を採取した。コア試料は、表層から10 cmまでは2 cmごとに、10 cm以下は5 cmごとに切り分け、γ線スペクトロメーターで放射性Csを測定し た。また、赤城大沼の放射性Csのインベントリーの測定には、20地点で佐竹 式コアサンプラーを用いてサンプリングを行った。



図 2 赤城大沼の底質および周辺 土壌の採取地点

群馬県下に降下した放射性セシウム量の評価に関しては、本研究の始まる前に、近県からの17試料を含め群 馬県各地から土壌試料を2011年5月から10月にかけて計266個採取した。一方、研究開始後は、いくつかの採 取地点を選び32個の試料を採取し、その後の変化を確認した。また、採取時は空間放射線量も測定した。

(2)湖沼および河川生態系における放射性セシウムの動態解析

1) 赤城大沼および対照湖沼に生息する水生生物の放射性セシウム濃度測定

赤城大沼に生息するワカサギ、ウグイ、オイカワ等の魚類、魚類以外の水生生物のセストン(主にプランクトン) とコカナダモについては、定期的に採取して放射性セシウム濃度を測定した。また、2012年1月29日、2013年1月 4日および2014年1月4日に採取されたワカサギについては、サイズ別の放射性セシウム濃度測定と耳石による 年齢査定を行った。赤谷湖、草木湖および梅田湖を対照湖沼として2013年と2014年にワカサギを採取し、放射 性セシウム濃度測定を行った。

2)湖水の放射性セシウム濃度

2012年6月以降、2013年12月まで2ヶ月毎に赤城大沼・湖心部の表層(水深0m)、中層(水深8m)および底層(水深15m)で採水した。2011年11月、12月、2012年2月、9月、11月、2013年3月、5月、7月、9月、11月には湖心部の表層で採水した。また、流入河川の覚満川の河川水および湖畔の湧水については適時採水を行った。 採水後は0.45µmのカートリッジフィルターで濾過した溶存態放射性セシウム濃度および無濾過の全放射性セシウム(溶存態放射性セシウム+粒子態放射性セシウム)濃度分析を行った。なお、粒子態放射性セシウム濃度 は、全放射性セシウム濃度から溶存態放射性セシウム濃度を引いて求めた。対照湖沼の赤谷湖、草木湖および梅田湖についても湖水をサンプリングし、溶存態放射性セシウムと全放射性セシウム分析を行った。

3)赤城大沼における魚類の濃縮係数の算出

赤城大沼における魚類と湖水の放射性セシウム濃度を用いて、放射性セシウム(Cs-137)濃縮係数{(生体 中の放射性濃度)/(水中の放射性核種濃度)}を算出した。

(3)赤城大沼湖沼生態系の物質循環に関する研究

1)湖沼水文調査

流入河川(覚満川)と流出河川(赤城大沼用水)の水文・水質調査を実施した。大沼生態系構造を把握する ため、毎月1回、覚満淵川と赤城大沼用水で水位・水温観測と電磁流速計による流量観測を行った。詳細な湖 盆図を作成し、湧水のわき出しの有無と魚類の分布状況を明らかにして懸濁浮遊物質が魚類に取り込まれるか どうかを検討した。流向流速計による流向流速調査と水温分布調査を行った。

2)湖沼水質・プランクトン組成調査

赤城大沼の湖心で水質調査(水深、水温、pH、電気伝導度、溶存酸素濃度)を行った。湖心において水深別に採水を行い、懸濁物質量(SS量)、藻類現存量としてクロロフィルa量を測定した。GF/F濾液から栄養塩を測定した。別に、ICP-AESとICP-MSによる元素分析を行った。流入する周辺湧水で採水を行い、フィルターでろ過して栄養塩及び元素分析行った。湖心において水深別に植物プランクトンを採取し種組成を明らかにした。動物プランクトンはプランクトンネット(NXX7)を用いての湖底から垂直引きして種類と個体数を計測した。

3) 沈澱量調査

毎月2回水質調査を行って溶存物質と懸濁物質量を測定した。湖心の中層(6m)と下層(14m)に沈殿瓶(口径5cm、長さ30cmアクリル製)を係留し、月1回と1日係留を行って沈殿物を回収し、湖への新生堆積物の沈降量を観測した。また、底泥の再懸濁量を評価するため水深5-6m付近沿岸域湖底に同様の沈澱瓶を1昼夜設置

し沈殿物を回収し、湖岸への新生堆積物の沈降量を観測した。

4) 粒度分布調査

粒度分析計(LISST-100X)を1m水深毎に1分間静置して、各水深の粒径体積分布をした。その機器を使って、 採水した湖心の湖水を持ち帰って水深別粒径一体積濃度の関係を測定した。

5) 摂餌実験と安定同位体比調査

ワカサギが生きたタマミジンコ等を食べる様子を強い照明で明るくし、ハイビジョンカメラと、ハイビジョン規格の ハイスピードカメラを用いて撮影した。また、ワカサギを釣った直後に冷凍して、胃内容物を採取し、光学顕微鏡 で観察した。生物サイクルを含むワカサギの食物連鎖によるCs生物濃縮メカニズムを明らかにするため、動植物 プランクトン、底生動物および魚類の窒素・炭素安定同位体比を測定して、食物網を明らかにし食物からのCsの 移行量を推定するためサンプルを調製した。

6)渓流からの流砂によるCs量の把握

赤城大沼の流入河川は覚満川のみであるが、集水域の一部でしかない。約7割は地下水もしくは湧水起源と されている(近藤・濱田, 2009)。台風や大雨による洪水時には、Csを含む濁水が表層を流れて通常の涸れ沢か ら流入すると想定されため、流入量の多いと考えられた涸れ沢に流砂トラップを設置して、洪水後に回収した。流 砂は、乾燥後Ge検出器で放射性Csの分析を行った。

7)土地利用解析

過去のランドサット画像23シーンを入手してNDSI(正規化積雪指数)の解析を行った。

8)水文解析により大沼のCs物質収支

水文解析により大沼の放射性Cs物質収支を計算した。赤城大沼用水の放水データを入手し、赤城大沼の月 別流出量(2012年~2013年)を示した。

9) 底泥の移動シュミュレーション

台風による風波で引き起こされた底泥の移動シュミュレーション(2013年9月)を行った。

10)大沼底質と湖水の実験水槽実験

25個、70Lのプラスチック製円形水槽中に湖水表層の水と大沼湖底の底泥を投入し、その後の水槽中のクロロフィルa量、懸濁物質と溶存態の放射性Csの変化をモニターした。

(4) 放射性セシウム汚染の将来予測

1)サンプリング計画の立案

赤城大沼周辺の地形、流入水路、湧水、流出水路の所在状況を確認し、水を担体とする物質循環システムの概要を把握し、サンプリング計画の概要をとりまとめた。

2) 放射性セシウムの分布状況の把握

他のサブグループの研究成果に基づいて、放射性セシウムの空間的分布と時間的変化の全体としての様態 を把握した。セシウムの地球化学的挙動についての実験的知見から、赤城大沼の水系で進行している現象についての物理的化学的意義づけを行った。

3) 将来予测

赤城大沼の水中放射性セシウム濃度の経年変化に着目し、将来の動向について推定した。分析データを帰 納的ないしは回帰的に解析し、放射性セシウム濃度を予測した。実データの取得期間が最大二年の短期間で あるため、高精度の将来予測を行う上では誤差要因が大きい。このため、分布状況に関する地球化学的モデリ ングのパラメーターを変動させることで、どのように予測される放射性セシウム濃度が変化し得るのかについても 検討を加えた。

4. 結果及び考察

(1)群馬県内の放射性セシウムによる土壌汚染と湖沼および渡良瀬川水系汚染の実態解明

赤城大沼の底質及びその周辺土壌の放射性セシウム濃度を測定した結果、2012年度の覚満淵で高い値が 検出されたものの、放射性セシウムの全量は2012年度よりも2013年度の方が低くなった。また、土壌試料の陽イ オン交換容量を測定したところ、3000 Bq/kgを超える比較的高濃度の放射性セシウムが検出された試料は、共 通して陽イオン交換容量が大きいことが分かった。一方、渡良瀬川流域のうち、小黒川を除くすべての河川底質 から検出された放射性セシウムの濃度は赤城大沼湖心底質に比べて低く、渡良瀬川流域で最も高い値を示し た草木ダムの湖心においても1500 Bq/kgであることが分かった。

次に、逐次抽出法による底質及び土壌試料中の放射性セシウムの化学形態別分析を行った。ここでは、比較的線量の高かった赤城大沼湖心、覚満淵の土壌及び渡良瀬川流域の各ダムの底質試料中の放射性セシウムの化学形態を見積もった。その結果、赤城大沼底質及び土壌の放射性セシウムは最も溶出しにくい形態(F5: ケイ酸塩態)が約8割存在し、化学形態の経時変化もほとんど見られないことが分かった(図3)。同様に渡良瀬川 流域の河川底質の放射性セシウムの化学形態のほとんどがケイ酸塩態(F5)であった。

以上の結果から、赤城大沼周辺に降下した放射性セシウムの内、現在土壌に吸着しているものは、大沼の底 質や周辺土壌から下流域へ移動する可能性は低いものと考えられる。一方、渡良瀬川流域の底質土壌では、 置換可能性のあるF1~F4の放射性セシウムは河川の流れによって下流に放出されたため、F5のみが土壌に留 まっているものと考えられる。なお、赤城大沼に生息するプランクトンに含まれる安定同位体Cs及び放射性Csは、



可溶な形態(F1 + F2)が 湖底質及び周辺土壌よ りも高い割合であること がわかった。このことから、 プランクトンはワカサギの 放射性Cs濃度に関連が あることが示唆された。 一方、赤城大沼の底 質に関して、湖心、流入、 流出の3か所における



¹³⁷Csの鉛直方向分布を比較すると、湖心においては他の2か所よりも表層に分布していることがわかった。また、 ¹³⁷Csのインベントリーとして、17.2±6.6 kBq/m2が得られた。この値は、文科省航空機モニタリングの値と概ねー 致している。

群馬県下に降下した放射性セシウム量の評価に関して、群馬県内に降下した放射性セシウム量は文部科学 省の実施した航空機モニタリング調査で示された値と整合することが明らかとなった。また、赤城山一帯に降下し た放射性セシウムは群馬県下のほかの山間部に降下した放射性セシウムと同程度であった。

(2)湖沼および河川生態系における放射性セシウムの動態解析

赤城大沼および対照湖沼に生息する水生生物の放射性セシウム濃度測定 1)



赤城大沼におけるワカサギの放射性セシウム濃度測定結 果と推移を図4に示す。赤城大沼に生息するワカサギの放射 性セシウム濃度は、2011年8月から2012年9月までは急激な 減少傾向を示した。一方、2012年10月以降は漸減傾向を示 している。また、湖の全循環期である10~11月にワカサギ の放射性セシウム濃度の上昇が確認された。

魚類の食性別(プランクトン食性、雑食性および魚食性) に分類して放射性セシウム濃度を求めた(図5)。なお、食 性別の比較には物理学的半減期が長く、試験期間中の物理学 的減衰がほとんどないCs-137を使用した。魚類の食性別の 放射性セシウム濃度には有意差が認められたので(P<0.05: Kruskal Wallis検定)、食性間についても多重比較を行った ところ有意差が認められ (P<0.05: Steel-Dwassの多重比較)、 特に魚食性の魚類(イワナ)は他魚種よりも高濃度であった。

赤城大沼におけるセストンの放射性セシウム濃度を表1に 示す。セストンの放射性セシウム濃度も減少傾向を示してい るが、食物連鎖の出発点である植物プランクトンおよびワカ サギの直接の餌となる動物プランクトンで汚染が確認され ていることから、生物濃縮によって放射性セシウムがワカサ ギに蓄積した可能性が高いと考えられた。

コカナダモの放射性セシウム濃度は、2012年6月~10月に 同じ場所で採集した検体間で3~5倍のばらつきが見られ、 50 Bq/kg以上の検体も見られたが、2012年12月以降は10

Bq/kg以下と低濃度であった。今後、コカナダモの放射性セシウム濃度が急激に上昇することは考えに くいが、定期的な測定を継続して推移を見守る必要がある。

対照湖沼の赤谷湖、草木湖および梅田湖におけるワカサギの放射性セシウム濃度の結果を表2に示す。 全ての湖沼おいてワカサギの放射性セシウム濃度は低濃度であった。

2)湖水の放射性セシウム濃度

赤城大沼湖心部・表層における湖水の全放射 性セシウム(Cs-137)濃度の推移を図6に示す。 2011年11月の調査開始以降、漸減傾向を示して いる。湖心部における2013年10月の水深別放射 性セシウム (Cs-137) 濃度結果を図7に示す。循 環が始まる10月の底層の溶存態放射性セシウム 濃度は非常に高かった。このように底層で放射 性セシウム濃度が上昇する理由としては、底層 に沈殿する放射性セシウムを含む有機物(プラ ンクトンの死骸や落ち葉等)が分解して湖水に 再溶出していると考えられる。特に10月は全循 環が始まることから一次生産量が上昇するこ とで新生堆積物の沈殿量が増加し、これら新生 堆積物から放射性セシウムが再溶出していると 推測される。さらに、10月の調査時には水温躍 層が水深9-13 mに形成されており、沈殿・再溶 出した放射性セシウムは底層に留まることによ り、高濃度になったと考えられる。対照湖沼の 赤谷湖、草木湖および梅田湖における湖水の放 射性セシウム濃度結果を表3に示す。対照湖沼に おける湖水の放射性セシウム濃度は赤城大沼よ りも明らかに低かった。この理由としては、赤 城大沼は山頂のカルデラに形成された火口原湖 であり、湖水の滞留時間が長く閉鎖性の強い湖 であるが、対照湖沼はダム湖であることから集 水域が広く、湖水の滞留時間が短く開放的な湖 であるためと考えられる。赤谷湖や草木湖の底 質は、赤城大沼の底質よりも高濃度の放射性セ シウムが検出されているが、湖水の濃度は低く、 ワカサギ(魚類)への影響が少ない。つまり、

ダム湖では集水域から粒子態放射性セシウムが流入すること で湖底堆積物の放射性セシウムは高濃度になるが、湖水の交換 率が良いため湖水は低濃度に保たれていると考えられる。一方、 赤城大沼では湖水の滞留時間が長く、放射性セシウムが湖水中 に長期間湖内に留まり、このことが魚類に高濃度の放射性セシ ウム汚染をもたらしている一因であると推定される。

3)赤城大沼における魚類の濃縮係数の算出

ワカサギの濃縮係数は約1000程度と算定され、チェル ノブイリ原発事故の調査結果と大きな違いは見られなか った。今後も魚類と湖水中の放射性セシウム濃度を定期 的に測定して魚類における濃縮係数を算定し、生物濃縮の 過程を明らかにすることが重要である。

(3)赤城大沼湖沼生態系の物質循環に関する研究

1) 湖沼水文調査

流入河川は覚満川のみで、多くは大沼周囲の湧水から涵養されて いた。流向流速観測の結果、赤城大沼の湖盆図を作成した。大きな 卓越した流れはなく、平均して最大で 30cm/秒以下の極わずかの流 速が見られた。目立った地下からの湧きだしはなく、沿岸部では流速 がやや大きいことが判った。

2)湖沼水質・プランクトン組成調査

深度別、季節別のクロロフィル a 量の変化は、水深によって大きく 新住をクラム (05-137) 濃度 異なっていた。特に、7月には水深 9-12m 付近、10月には水深 6m 付近、11月には水深 9m 付近のクロロフィ

表 1 赤城:	大沼におけ	るセス	トンの)放射性	セシ	ウム濃度
---------	-------	-----	-----	------	----	------

恢 隹口	プランクト	主なプランク			В	q/kg			
休未口	^{:朱口} ンネット トンの種類		C	Cs-134			Cs-137		
2012/5/22	NXX13	PP	70.4	±	3.3	103.5	±	3.0	
2012/8/21	NXX13	ZP	9.3	±	0.7	14.9	±	0.6	
2012/11/8	NXX13	PP	39.5	±	1.0	66.1	±	1.1	
2013/4/30	NXX13	PP	26.5	±	1.0	56.0	±	1.1	
2013/6/11	NXX13	ZP	6.1	±	0.6	11.3	±	0.5	
2013/8/19	NXX13	ZP	5.1	±	0.5	12.1	±	0.5	
2013/8/22	NXX7	ZP	3.1	±	0.6	7.7	±	0.5	
2013/12/9	NXX13	PP	15.3	±	1.1	37.9	±	1.2	

PP:植物プランクトン、ZP:動物プランクトン

表2 対照湖における放射性セシウム濃度

ĴS
0.5
0.5
0.5
0.4
0.4
0.4
± ± ± ± ±

表3 対照湖における放射性セシウム (Cs-137)の濃度

相武	サンプリング					Bq/I	-			
場所 日		溶存態Cs-137		粒子態Cs-137			全Cs-137			
赤谷湖	2012/11/22	0.0046	±	0.0004	0.0074	±	0.0009	0.0121	±	0.0008
梅田湖	2012/9/4	0.0014	±	0.0011	0.0101	±	0.0011	0.0116	±	0.0003
草木湖	2012/9/3	0.0061	±	0.0012	0.0052	±	0.0016	0.0114	±	0.0011
赤谷湖	2013/9/19							0.0191	±	0.0008
梅田湖	2013/9/15			デージ	タなし			0.0029	±	0.0002
草木湖	2013/9/20							0.0187	±	0.0006



図6 赤城大沼湖心部表層水における放射性セシウム (Cs-137) 濃度の推移



図7 赤城大沼湖心部における水深別湖水の放 射性セシウム(Cs-137)濃度

ル a 量が高く、藻類が中層で増加したことが判る。水質環境から、夏期に成層して、温度躍層下で溶存酸素が 極大になり藻類の一次生産が大きい事が判った。また、底層では無酸素になり水深 10m以深ではワカサギの生 息ができなく、電気伝導度が上昇していて底泥からの溶出が推定された。主な藻類は珪藻の Cycolotella sp.と 星状群体の Fragilaria sp.であった。同じく珪藻の Aulacoseira ambigua が水深 15m 付近に多かった。湖心にて 植物プランクトンの指標であるクロロフィル a 量は循環期である 5 月には水深間で一様であったが、徐々に 6m か ら 12m までの変水層にクロロフィル a 量が多く、秋の循環期には全層が一様になった。

3) 沈澱量調査

沈澱トラップで沈澱量の季節変化を係留1日と係留2週間の値で比較した。2週間法では循環期の6月や10 月には沈澱量が多くなり、一方成層期には沈澱が少なくなった。湖心と沿岸部での沈澱量を比較すると、明らか に沿岸部が2-3倍多く、湖底の巻き上げによる再懸濁による見かけ上の沈澱量が増えた。沈殿物量は6mや 14mで大きな違いは見られなかった。

4) 粒度分布調査

LISST-100X を使って粒度分析を行ったところ、水深毎に含まれる植物プランクトンの種類や大きさに関係して、粒径分布が変化することが見られた。赤城大沼の表層と流出河川の粒径分布は、74.5 µm をピークとする大型有機態凝集粒子が少ないために植物プランクトンと思われるピーク(14.2~23.4 µm)が明確である。流出の粒径分布の形状は湖心と相似で、湖心よりも高い体積濃度になっていた。夏期の成層期には一次粒子として 5.3 µm の粒子、植物プランクトンとして 12.1 µm の粒子が見られ、三次粒子として 63.1-87.9 µm の粒径の粒子がピークを作っていた。冬期の雪氷下の成層期には、水深 2-12 m に一次粒子として 6.0 µm の粒子があり、二次粒子として水深 1~12 m に 43.9 µm の粒径粒子が存在し、冬期は約 1/10 の濃度であった。

5) 摂餌実験と安定同位体比調査

ワカサギが生きたタマミジンコを食べる様子をハイビジョンカメラと、 ハイビジョン規格のハイスピードカメラを用いて撮影した。ワカサギの食 物連鎖による Cs 生物濃縮メカニズムを明らかにするため、動植物プラ ンクトン、底生動物および魚類の窒素・炭素安定同位体比を測定し て、食物網を明らかにし食物からの Cs の移行量を推定するためサンプ ルを調製した。底質表層および魚類の窒素・炭素安定同位体比を図 8 に示した。ワカサギの窒素安定同位体比は約 9‰で、ヨシノボリ、ウグ イ、オイカワとそれほど違いはなかったが、底質の窒素安定同位体比 とはかけ離れており、直接底泥を摂食する可能性は低い。ワカサギの 炭素の同位体比は他の 3 魚種より軽くなっており、植物プランクトン由 来の炭素を起源とする食性であると推察された。

ワカサギの Cs 濃度が高く、沿岸の浅瀬が再懸濁して約5倍の堆積 量、その Cs 濃度も高いことから、当初底質の再懸濁由来の粒子がワ カサギへ移行する仮説を立てた。しかし、窒素安定同位体比、ハイスピ ードカメラによるビデオ映像観察から結果から、直接に底泥粒子を摂 餌している事は考えにくく、底質の再懸濁由来の餌からワカサギへ積 極的には移行していないと考えられた。

図9にはワカサギの胃内容物と模式図を示す。ワカサギの胃内容物 には動物プランクトンの卵やその分解された体が見られ、動物プランク トン食であった。一方、それ以外にも微細藻類や珪藻が見られた。微 細藻類は生きた細胞であることが判明した。動物プランクトンの胃内容 物として未消化な微細藻類を取り込んでいた。大型の群体を作る藍藻 類、長い珪藻は動物プランクトンの餌にはなり得ないことから、直接ワカ



図8 底質表層および魚類の窒素・炭素 安定同位体比



図9 ワカサギの胃内容物と模式図

サギが長い珪藻を選択したか動物プランクトンを摂食する際に誤飲したと考えられた。先の同位体比分析から他 魚種より軽い炭素の同位体比を示したことを考え合わせると、ワカサギの餌として間接的・直接的に植物プラン クトンは重要な位置を占めていると考えられた。

6)渓流からの流砂による Cs 量の把握

赤城大沼の流入河川は覚満川のみであるが、集水域の一部である。約7割は地下水もしくは湧水起源とされている(近藤・濱田,2009)。台風や大雨による洪水時には、Csを含む濁水が表層を流れて通常の涸れ沢から流入する。そこで、流入量の多いと考えられた涸れ沢に流砂トラップを設置し回収した。平均して約1200 Bq/kgの 土砂が台風時には流入すると定性的に見積もられた。粒径の大きい石や砂は湖岸近傍に堆積するが、細粒分 は湖内に拡散して再堆積すると予想された。

7)土地利用解析

赤城大沼とその集水域に 2011 年 3 月 15 日に飛来した放射性物質は赤城大沼とその集水域の地形に沿っ て流れ込んだ。当時は、積雪があると考えられ、その有無によって流下の仕方が夏期と異なることが想定され る。2011 年 3 月の RapidEye 画像から多くの場所は積雪で覆われ、ごく一部の場所では積雪が少ない事が解っ た。当時の放射性物質は積雪面と土壌に直接降下したことがあると推定された。そこで、赤城山地蔵岳の一ライ ンの 5 ヶ所で空間線量と土壌採取による放射性物質の蓄積量を見積もった。標高約 1500m 付近の積雪が少な い場所には、いわゆるホットスポットを形成し、2012 年 10 月には ¹³⁷Cs で 15 万 Bq/m² あり、2013 年 5 月には 10 万 Bq/m²に下がっていた。約半年で約 2 割が流下したと考えられた。

8)水文解析により大沼の Cs 物質収支

水文解析により大沼の Cs 物質収支を計算した。赤城大沼用水 から5月から9月まで人為的に放水がされ、2012年には389万m³/ 年、2013年には264万m³/年が放水されたと推定される。水深別の 放射性物質濃度は平均して0.115 Bq/Lの¹³⁷Cs が存在しており、 年間の流出量を掛け合わせると、2012年には4.5×10⁸ Bq/年(0.45 GBq/年)、2013年には3.0×10⁸ Bq/年(0.30 GBq/年)の¹³⁷Cs が放 流されたと推定された。湖全体(26.1 GBq)からすると年間約 1.7%(2012年)と1.1%(2013年)が大沼から消失したと推定された。

2012 年の沈殿物に含まれる放射性 ¹³⁷Cs の量は、6 月の循環期 には約 69Bq/m²/day 夏期の成層期にやや下がり、秋の循環期に 最大で 206 Bq/m²/day となった(図 10)。赤城大沼の湖岸周辺の沈 殿物に含まれる放射性 Cs の量を測定した。8 月 8-9 日、8 月 21-22 日、10 月 4-5 日の浅場の ¹³⁷Cs 沈殿量はそれぞれ 1070, 340, 653 Bq/m²/day であった。再懸濁によるため見かけ上湖心の沈殿量より も大きくなっていた。





9) 底泥の移動シュミュレーション

台風による風波で引き起こされた底泥の移動シュミュレーションを行った。検討対象とした強風イベントは、 Case 1:2013年台風 18号(2013年9月16日1:00~9月18日23:00:70時間)風速最大時の風向:南東→ 9月18日に採水調査があった。その結果、台風 18号による風波で引き起こされた底泥の移動シュミュレーショ ン(2013年9月)では、表層は南東の流向が起こり、北西の湖面が乱れて底層の流れが北西から南東へ2筋の 濁水が移動したことが計算された。風が止むと直ぐに流れが収まるため底層の濁水の移動は長くは続かない事 が解った。大型の台風が赤城山周辺を通過することで周辺部の底泥は乱され Csを含む細粒粒子は再移動する であろう事は予想された。

10) 大沼底質と湖水の実験水槽実験

今後の対策はどうするか?そのため、対策効果と残留と流出の割合については、定量的に解明して行く必要が ある。その時想定されるシナリオとして次の4つが想定できる。A)なりゆきシナリオ・予測、B)浚渫による除去・除 染の効果・予測、C)ゼオライト等の添加による封じ込め、D)K、安定 Cs の添加による希釈効果。そこで、実際に 湖沼で起こっている底泥再懸濁仮説の証明、適応策として Cs と同族元素であるカリウムや安定 Cs を拮抗剤と して実験区に加えた。また、安全性のある無機物質であるゼオライトを加えて底質攪拌再懸濁区・非攪乱区・底 質除染区実験とした。その結果、何れの区でも底質設置 1ヶ月後に藻類由来のクロロフィル a 量 10 μg/Lを示し た。カリウム添加 100 ppm 区では実験区の藻類は増加せず、対照区に比べても低かった。一方、安定 Cs の添 加 100 ppm 区では藻類の増加をもたらした。攪乱区やゼオライト添加区は対照区との違いはなかった。この実験 条件程度では、攪乱やゼオライトには生態系への影響は認められない。カリウム添加は藻類が予想より減少し、 安定 Cs 添加すると藻類が増加して富栄養化する懸念があることが判った。

(4) 放射性セシウム汚染の将来予測

1)サンプリング計画の立案

赤城大沼の地理的特徴とセシウムの地球化学的特徴に基づいて、共通のサンプリング計画を立案した。各サ ブグループの目的と専門性、研究の進行状況によって、随時修正する必要があるので、これはガイドラインとして の位置づけである。

赤城カルデラには大沼、覚満淵、小沼が湖沼として点在している。赤城大沼からの環境試料としては、ワカサギ、食餌となるプランクトン、湖水、流出水、流入水、底質を対象とする。大気粉塵については、FDNPP起源の放射性セシウムの降下は終了しており、近傍の山体などからの巻き上げ分のみとなっていることから、サンプリング対象とはしなかった。大沼の流入水路は東側の覚満淵側に位置し、流出水路は西側の湖尻地区に位置していることから、湖水・プランクトンの採取地点は東側・湖心・西側の3地点を選んだ。

また、水深に対する温度勾配の季節変化によって、湖水は静かに成層を成している時期と上下方向に対流 が発生して、底質の巻き上がりも起こる時期があることが分かっている。このため、大沼の環境試料のサンプリン グは湖水の撹拌状況に注意しながら実施することとなった。湖水の対流と成層が起こる時期があることは、季節 変化及び経年変化を解析する上でも重要なファクターとなった。

覚満淵は沼より高い位置にあるため、二つの湖沼を結ぶ覚満川は大沼への流入水路となっている。この位置 関係から覚満淵の放射性セシウム濃度は大沼での濃度を決定する重要な因子と考えられた。そこで、覚満川に 近い区域に水と底質のサンプリング地点を設定した。

大沼周辺の外輪山、中央火口丘は過去に崩落を繰り返している。十年のスパンでは相当に大規模な崩落が 発生し、底質に周辺の山土が大量に流入するとみられる。山土中の放射性セシウムの分布状況を把握するた めに、登山道周辺にサンプリング地点を定めて、表層土壌を採取することとした。大沼周辺の山体は異なる時期 に噴出した火山性の岩石で構成されており、雲母や粘土鉱物などの放射性セシウムをよく吸着する鉱物の割合 はそれぞれに異なる。このため、サンプリング地点は大沼周辺で集水域を形成する全ての山体を対象とした。

山林の樹木が放射性セシウムを留め置き、山土の放射性セシウム濃度の上昇を遅延させるケースがチェルノ ブイリでは報告されている。しかし、FDNPPが発生した3月は雪上に放射性セシウムが直接降下するために、葉 による吸着保持は起こりにくかったとみられる。

2) 放射性セシウムの分布状況の把握

他のサブグループの観察データおよび実験データを総合的な立場からとりまとめた。それぞれのグループから は見落とされがちとなりがちな視点からのとりまとめを図り、全体として、赤城大沼のワカサギ中の放射性セシウ ムの取り込みの経路を地球化学的な立場から解明し、将来予測につながるものを見出すこととした。

ワカサギ中の放射性セシウム濃度を決定する要因は、食餌となるプランクトン中の濃度と両者に共通に影響 するとみられる湖水中の濃度である。ワカサギ、プランクトン、水のそれぞれの量の違いから見て、一次近似とし ては、ワカサギやプランクトン中の放射性セシウムは水中の放射性セシウム濃度に影響を与えない。一方、水中 の放射性セシウム濃度はワカサギやプランクトン中の放射性セシウムの蓄積量を決定する。このため、生物の寄 与を考慮しないでボックスモデルを形成して水中の放射性セシウム濃度を規定する要因を抽出することとした。

赤城大沼西側の流出河川の河口域周辺でのサンプリングにより、放射性セシウムの流出量を求めることが出 来る。すなわち、流出量は、水門の開閉により人工的に制御されているので、既知である。放射性セシウム濃度 が分かれば、時間当たりの放射性セシウム流出量が判明する。東側の流入河川の流水についても、流入量と 放射性セシウム濃度から、ある時間当たりの放射性セシウムの流入量を同様に求めることが出来る。ただし、流 入は人工的なプロセスではないので、水の流入量は推定する必要がある。流出量から集水域への降水量を差し 引いたのが覚満川からの流入量ということになる。これらに、放射性セシウムによる汚染の初期値として、2011年 春の放射性セシウムの集水域への降下量の推定値を含めることで、放射性セシウムの経年変化についてのボ ックスモデルが成立する。

3)将来予测

流入水路の流水中の放射性セシウム濃度が極めて低い場合には、降水により徐々に大沼の湖水が希釈され ているとする単純な地球化学的モデルが近似的に成立することになる。ただし、湖水中の放射性セシウム濃度 が流入水の放射性セシウム濃度に近づいて来ると希釈効率は低下し、一定値に漸近するとみられる。ただし、 降水による希釈と底質による吸着のため、この値は、流入水の放射性セシウム濃度を下回るはずである。

前年度の研究成果のみでは不明瞭であったが、二年間の湖水のデータを通覧すると、経年変化としての放射 性セシウムの減少の傾向がはっきりと認められた。湖水への放射性セシウムの付加はほとんどなく、降水や流入 水による希釈により、放射性セシウムがゆっくりと減少しているとみられる。しかし、実測値から推定される放射性 セシウム濃度の漸近値は依然として高い。これは、観測期間が短いために、データに基づいて帰納的に将来予 測することが困難なためである。しかし、前項で述べたように漸近値はさらに低い値となることが予想される。

これに対して、ワカサギの放射性セシウム濃度の経年変化についてみると、比較的速く減少していく成分とゆ っくりと減少していく二成分が存在しているようにみえる。後者については、観測期間が短いものの、年周期で変 化する成分(生物活動や湖水の対流混合など)の存在を想定することで説明される。すなわち、放射性セシウム を含むプランクトン骨格が、湖の循環期に湖底より巻き上げられ、これをワカサギが捕食して体内に取り込んだと みられる。このため、ワカサギ中の放射能については水中の放射能濃度のみが関係するわけではなく、水系にお ける水の動きやこれにより運ばれるプランクトンの移動などの要因が影響することが明らかとなった。

このように、少なくとも溶存態と懸濁態の二種類の化学的様態で、放射性セシウムは湖水中には存在している。海水系などの鉛直方向の移動距離が長い系の場合には、プランクトンの沈降は表面海水からの元素の除去過程にしばしば重要な働きを演じるとされる。海洋については、表層水から速く除去される成分としての懸濁態 セシウムとゆっくりと除去される遊離の溶存態セシウムが存在するとみられる。赤城大沼の場合には、深度が浅いために底質表層の懸濁態セシウムが循環期に水系に戻るので、ワカサギが一旦沈降した放射性セシウムを 取り込む機会が発生していると考えられる。

放射性セシウムが赤城大沼の水系に混入する以前から、非放射性セシウムは湖水中で定常状態に達していたと考えられる。その化学的形態は、溶存イオン、粘土鉱物のカリウムが占めているサイトを交換、フランクトン骨格への収着などが考えられる。放射性セシウムのフォールアウトとしての流入は既に完了しているので、いずれは非放射性セシウムの動態と一致した挙動を示すことになる。

5. 本研究により得られた主な成果

(1)科学的意義

・溶出する可能性のある放射性Csの化学形態別割合(F1+F2)は1~10%程度であり、放射性Csは今後溶出する可能性が極めて低く、周辺環境に対する影響はほとんどないことが予測される。

・赤城大沼に生息するプランクトンに含まれる安定同位体Cs及び放射性Csは、可溶な形態(F1 + F2)が湖底質 及び周辺土壌よりも高い割合であることがわかった。このことからプランクトンは赤城大沼に生息するワカサギの 放射性Cs濃度に関連があることが示唆された。

・測定された群馬県内に降下した放射性セシウム量は文部科学省の実施した航空機モニタリング調査で示された値と整合し、また赤城山一帯に降下した放射性セシウムは群馬県下のほかの山間部に降下した放射性セシウムと同程度であった。

・赤城大沼および群馬県内の対照湖沼に生息する魚類、水生植物、プランクトンなどの水生生物の放 射性セシウムレベルを測定しその実態を明らかにした。特に、赤城大沼のワカサギについては、詳細 な濃度測定を実施して経年変化を調べたところ、2011年8月から2012年9月までは急激な減少傾向を示 したが、それ以降は漸減傾向を示している。また、湖の全循環期である10~11月にワカサギの放射性 セシウム濃度の上昇を確認した。

・赤城大沼の湖水、赤城大沼への流入河川、湧水、さらに対照湖における湖水の放射性セシウムレベ ルを測定したところ、赤城大沼の放射性セシウムレベルは、他の試料に比べて現在も一桁高レベルで あった。また、赤城大沼において水深別の放射性セシウム濃度の測定を行ったところ、水温躍層が形 成される時期は、低層が高レベルになることが明らかとなった。

・湖沼水質・プランクトン組成調査・粒度分布調査を行い、深度別、季節別の懸濁物質量(ss)、プ ランクトン量、沈殿量を明らかにした。

・動植物プランクトン、底生動物および魚類の窒素・炭素安定同位体比測定、および胃内容物解析に より、ワカサギの食物網を解明した。その結果、ワカサギは主にプランクトン由来の餌を食べ、さら に底泥の影響は少ないことが分かった。これはワカサギの採餌のハイスピードカメラによるビデオ撮 影によっても裏付けられた。

・大沼底質と湖水による実験水槽実験を行い、安定Cs、K、また、ゼオライトなどを添加し、その生態 系への効果・影響を評価した。その結果、カリウム添加は藻類が予想より減少し貧栄養湖化し、安定 Cs添加すると藻類が増加して富栄養化する懸念があることが判った。

・湖水に関し、経年変化としての放射性セシウムの減少の傾向がはっきりと認められた。湖水への放射性セシウムの付加はほとんどなく、降水や流入水による希釈により、放射性セシウムがゆっくりと減少しているとみられる。 (2)環境政策への貢献

く行政が既に活用した成果>

「特に記載すべき事項はない」

<行政が活用することが見込まれる成果>

〇汚染は継続中

赤城大沼のワカサギの放射性セシウムレベルは、2014年3月の段階で、食品の規制値100 Bq/kgをわずかに 下回る~80 Bq/kgであるが、出荷自粛要請は解除されず汚染問題は継続している。遊漁者は例年の3分の1程 度であり、地元の経済的被害も継続中である。当初汚染が見出された福島県檜原湖や県内の榛名湖を除く他 の湖沼においては、ワカサギの放射性セシウム汚染は既にほぼ解消している一方、赤城大沼はじめ榛名湖、中 禅寺湖(栃木県)、沼澤湖(福島県)などの閉鎖性の強い湖沼では、ワカサギやヒメマスなどの汚染がむしろ顕在 化し、本問題が普遍的な現象であることが明らかになっている。

〇湖沼の閉鎖性が原因

赤城大沼湖水中の全放射性セシウムレベルは、2013年12月で~0.11 Bq/kgを示している。これは2011年の約半分のレベルであるが、他の水系の10倍以上のレベルである。また、ワカサギの放射性セシウムレベルと湖水レベルは高い相関を示した。これは湖水→植物プランクトン→動物プランクトン→ワカサギの食物連鎖(濃縮係数~1400倍)によりワカサギの高レベル汚染が生じているためである。一方、湖水レベルがゆっくりとしか減少しない原因は、赤城大沼の閉鎖性、すなわち、湖水の平均滞留時間が約2.3年であることによると考えられる。本研

究により、集水域からの流れこみ、湖底質への沈降、湖底質からの再溶解プロセスは、放射性Csの湖水レベル に大きな影響を与えず、湖水からの放射性Csの流出(すなわち、流入水による希釈効果)だけで湖水レベルが ほぼ決まっていることも明らかとなった。

〇汚染は解消するが長期間を要する。

前節の結論により、赤城大沼の放射性Csの湖水レベルはゆっくりだが、着実に減少していく。それに伴って、 ワカサギ中の放射性Csは、季節変動を繰り返すものの減少していくことが予想される。したがって汚染は徐々に 解消していく。しかし、湖水の放射性Csの減衰速度は、半減期で表すと1.6年程度であり、汚染はしばらく継続す ると予想される。一方、その減衰を早めるためには、湖内の放射性Csの循環を断ち切る方策が必要である。さら に、本研究により、閉鎖系湖沼の汚染状況の把握と将来予測には、湖水の放射性Cs濃度と水の平均滞留時 間が最もよいパラメーターとなることが分かった。

6. 研究成果の主な発表状況

(1)主な誌上発表

<査読付き論文>

- 1)角田欣一、相澤省一、森 勝伸、齋藤陽一、小崎大輔、小池優子、阿部隼司、伏見紅季、鈴木究真、久下 敏宏、泉 庄太郎、田中英樹、小野関由美、野原精一、薬袋佳孝、長尾誠也:福島第一原子カ発電所事故 による赤城大沼を中心とする群馬県の放射性セシウム汚染について、第14回「環境放射能」研究会 Proceedings, 2013, 205-213.
- 2) 齋藤 陽一、小池 優子、松島 亮、中島 信洋、相澤 省一、角田 欣一、森 勝伸、板橋 英之:逐次抽出試 験及び溶出試験による浄水発生土中の放射性セシウムの安定性に関する評価、 分析化学、 2013, 62, 1013-1021.
- (2)主な口頭発表(学会等)
- 1)角田欣一、相澤省一、森 勝伸、齋藤陽一、小崎大輔、小池優子、阿部隼司、伏見紅季、鈴木究真、久下 敏宏、泉 庄太郎、田中英樹、小野関由美、野原精一、薬袋佳孝、長尾誠也、「福島第一原子力発電所事 故による赤城大沼を中心とする群馬県の放射性セシウム汚染について」、第14回「環境放射能」研究会、 2013年2月26~28日、つくば市。
- 2)小池優子,森勝伸,伏見紅李,齋藤陽一,阿部隼司,小崎大輔,板橋英之,角田欣一,相澤省一,「群馬県東部の河川と湖の底質及び周辺土壌に含まれる放射性セシウムの分布及び化学形態別分析」,日本分析化学会第62年会,東大阪市・近畿大学,2013年9月11日.
- 3) 鈴木究真、田中英樹、泉庄太郎、小野関由美、松岡栄一、久下敏宏、佐藤敦彦、相澤省一、森勝伸、薬袋 佳孝、野原精一、長尾誠也、角田欣一:「ワカサギにおける放射性セシウムの減衰過程」平成25年度日本水 産学会春季大会(2013年3月).
- 4)野原精一、角田欣一、相澤省一、板橋英之、森勝伸、鈴木究真、久下敏宏、松岡栄一、田中英樹、泉庄太郎、薬袋佳孝(2013)赤城大沼における福島第一原発事故による放射性物質汚染の実態、日本陸水学会第78回大会、大津市. (他12件)

7. 研究者略歴

課題代表者:角田 欣一

東京大学大学院理学系研究科博士課程修了、理学博士、現在、群馬大学理工学研究院教授

研究分担者

- 1) 角田 欣一
 - 同上
- 2) 鈴木 究真
- 東京海洋大学大学院海洋科学技術研究科修了、博士(海洋科学)、現在、群馬県水産試験場・主任 3)野原精一

東京都立大学理学研究科修士課程修了、理学博士、現在、独立行政法人国立環境研究所 生物・生態系 環境研究センター 室長

4) 薬袋佳孝

東京大学大学院理学系研究科博士課程修了、理学博士、現在、武蔵大学人文学部教授

5ZB-1201 群馬県に降下した放射性セシウムの動態解析と将来予測

(1) 群馬県内の放射性セシウムによる土壌汚染と湖沼および渡良瀬川水系汚染の実態解明

群馬大学

理工学研究院	分子科学部門	角田欣一·	相滑	醫省一
理工学研究院	環境創生部門	板橋英之·	森	勝伸

平成24(開始年度)~25年度累計予算額:9,846千円 (うち、平成25年度予算額:3,999千円)

予算額は、間接経費を含む。

[要旨]

赤城大沼と対照として赤谷湖と渡良瀬川水系に関して、底質および周辺土壌などのサンプリン グと放射性Csの定量、さらに放射性Csの化学形態別分析を行い、その汚染の実態把握と経年変化 の観察を行った。また、群馬県下の放射性Csの土壌汚染の実態把握も行った。その結果、赤城大 沼の底質のインベントリーは17.2±6.6 kBq/m²であり、底質、周辺土壌において放射性Csの濃度の 経時変化はほとんど見られなかった。また、化学形態分析により、底質及び周辺土壌中の溶出す る可能性のある放射性Csの化学形態別割合(F1+F2)は1~10%程度であり、放射性Csが今後溶出す る可能性が極めて低く、周辺環境に対する影響はほとんどないことが予測された。一方、プラン クトンに含まれる安定同位体Cs及び放射性Csは、可溶な形態(F1 + F2)が湖底質及び周辺土壌よ りも高い割合であることがわかった。さらに、本研究で得られた群馬県内に降下した放射性セシ ウム量は、文部科学省の実施した航空機モニタリング調査で示された値とよく整合し、また、赤 城山一帯に降下した放射性セシウムは群馬県下のほかの山間部に降下した放射性セシウムと同程 度であることも確かめられた。

[キーワード]

放射性セシウム、土壤、底質、化学形態別分析、群馬県、

1. はじめに

2011年3月11日に発生した「東北地方太平洋沖地震」による津波で原子炉冷却用設備の全交流電 源を喪失した東京電力福島第一原子力発電所では、翌12日の1号機の水素爆発、14日の3号機の水 素爆発、さらに15日、2号機の圧力抑制室の破損で大量の放射性物質が大気中へ放出された。その 一部は群馬県下にももたらされ、山間部、平野部を問わず広範囲にそれらが降下した。

研究担当者らは事故から約2か月後の5月中旬、群馬大学工学部(当時、現理工学部)「アイソ トープ実験施設」にある2台の中性子放射化分析用ゲルマニウム半導体検出器を土壌中の放射性セ シウムが定量可能な状態に調整・整備した。その後は群馬県各地(一部近県の群馬県近接地を含 む)から採取した土壌試料について放射性セシウム(Cs-134及びCs-137)を定量し、群馬県下に 降下した放射性セシウムの降下量の見積りに必要な基礎データの集積を行なっていた。そのよう な状況下で、2011年8月に赤城大沼ではワカサギなどの魚類に暫定基準値以上の放射性セシウムの 汚染が観測された。しかし、同程度の放射性セシウムの降下があったと考えられる他の湖沼と比 較してみても、この赤城大沼の魚類の放射性セシウム汚染は特異的と考えられ、その原因は必ず しも明確でない。そのため、環境科学的な見地から、今後の放射性セシウムの動態評価を含めて その原因を研究する必要があると考えた。さらに、本問題は、赤城山は群馬県の象徴として重要 な観光地であり、また、赤城大沼のワカサギの遊漁も重要な観光資源となっていることから、社 会的影響も大きく行政的な対応が必要である。こうした状況に鑑み、群馬県内の放射性セシウム 汚染の実態を明らかにするとともに、特に、赤城大沼について、放射性セシウムの生態系への影 響を総合的に解析し、その汚染機構を明らかにするとともに将来予測を行うことを目指す「環境 研究総合推進費」による本研究プロジェクトが2012年度からスタートした。

本サブテーマ(1)では、2011年からの研究を継続し、群馬県下の放射性Csによる土壌汚染の 実態調査を行うとともに、赤城大沼、対照として渡良瀬川水系、赤谷湖などの水系調査を他のサ ブグループと協力し行い、底質、さらに周辺土壌などのサンプリングおよび放射性Csの測定を行 った。

2. 研究開発目的

上記のように、まず群馬県下の放射性Csの土壌汚染の実態を明らかにすることが研究の目的の 一つである。赤城大沼を中心とする湖沼・水系の汚染に関しては、サブグループ(2)(3)と 協力して赤城大沼および対照として赤谷湖と渡良瀬川水系に関しても、水生生物、底質、さらに 周辺土壌などのサンプリングと放射性Csの測定を行い、その汚染の実態把握と経年変化の観察を 目的とした。さらに放射性Csの環境動態を明らかにするため、放射性Csの化学形態別分析を行っ た。また、群馬県下の放射性Csの土壌汚染の実態に関しては、2011年段階で土壌試料を採取した 地点の正確な位置情報(2011年の時点ではGPSによる位置測定は実施せず)を2012年秋以降に再度 採取地点に赴いて得ると同時に空間放射線量を再測定し、空間線量の変動に関するデータを蓄積 した。また一部の地区では同一地点で土壌試料を2012年及び2013年に採取して放射性セシウムを 再度定量し、放射能量の変動についても考察した。これらの結果を合わせて、群馬県下に降下し



図(1)-1 赤城大沼底質(湖心)及び周辺土壌の採取地点

た放射性セシウムの量の算定及び評価を行なった。

3. 研究開発方法

(1) 赤城大沼の底質及び土壌に含まれる放射性セシウム

1) 採取地点

赤城大沼の底質試料は、図(1)-1に示す湖心部の表面から深さ5~10 cmの底質をエクマンバージ 採泥器(宮本理研工業)により、1 kg~5 kg程度採取した。赤城大沼周辺の土壌試料は図(1)-1に 示す6か所(大沼駐車場、キャンプ場前、赤城神社、ボート乗り場、覚満淵周辺、小沼)を採取地 点とし、土壌採泥器を用い、1地点あたり深さ × 縦 × 横 = 5 cm × 10 cm ×10 cmを10 m間隔で3 試料を採取した。また、このとき、空間線量を環境放射線モニタRadi (PA-300、Horiba)により 地表3 cm及び1 mの位置でそれぞれ測定した。採取日は、2012年6月、8月、10月及び2013年6月、8 月、10月の計6回とした。さらに、覚満淵においては2012年11月と2013年6月の2回、縦横1 m間隔 で9つのメッシュに分け(図(1)-2)、採取した土壌中の放射性Cs濃度を測定した。



図(1)-2 覚満淵採取地点の写真(左)とその区分け(右)

2) 前処理

採取された土壌試料は、2 mm以下にふるい分け、水分がなくなるまで風乾した後、ゲルマニウム(Ge)半導体検出器によるガンマ線スペクトロメトリー(GEM20-70、 ORTEC)により¹³⁴Csと¹³⁷Cs 濃度を測定した。湖心底質は、110 ℃で加熱乾燥した後粉砕したものを試料とし、¹³⁴Cs及び¹³⁷Cs 濃度測定をGe半導体検出器により行った。大沼から採取されたプランクトンについては、凍結乾 燥機(アズワン製FDU-12AS)によって完全に乾燥させたものを試料とし、¹³⁴Cs及び¹³⁷Cs濃度測定をGe 半導体検出器により行った。また、安定同位体の¹³³Csの測定は誘導結合プラズマ質量分析装置 (ICP-MS、HP4500、Agilent)により測定した。

3) 逐次抽出法による化学形態別分析

本研究では、Tessierらが開発した逐次抽出法¹により土壌に含まれる安定同位体Cs及び放射性 Csの形態別分析を行った。まず、本研究で行った安定同位体Csの逐次抽出操作手順を示す。以下 にある "F"は"フランクション(分級)"を示しており、溶出しやすいものからF1はイオン交換 態、F2は炭酸塩態、F3はFe-Mn酸化物態、F4は有機物態あるいは硫化物態、F5はケイ酸塩態と定義 している。

F1: 試料1 gに1 M MgCl₂ (pH 7) 8 mLを加え、室温で1時間撹拌した。

F2: F1の残渣に1 M CH₃COONa / CH₃COOH (pH 5) 8 mLを加え、室温で5時間撹拌した。

F3: F2の残渣に0.04 M NH₂OH-HC1 (25% v/v CH₃COOH) 20 mLを加え、96±3℃で6時間撹拌した。

F4: F3の残渣に0.02 M HNO₃ 3 mLと30% H₂O₂ 5 mLを加え、85±2℃で2時間撹拌した後、さらに30% H₂O₂
3 mLを添加して3時間の撹拌を行い、遠心分離によって得た上澄み液に3.2 M CH₃COONH₄ (20% v/v HNO₃)
5 mLを加え20 mLに定容し、先ほどの残渣に加えて室温で30分撹拌した。

F5: F4の残渣に46% HF 10 mLと60% HC10₄2 mLを加えて蒸発乾固し、さらに46% HF 10 mLと60% HC10₄ 1 mLを加えて蒸発乾固を行った。その残留物に60% HC10₄1 mLを加え、最後に12 mol dm⁻³ HC1 3mL で溶解した。

抽出液の分離には、遠心分離を用い、抽出操作後の残渣は8 mLの水によって洗浄を行い、抽出 液と同様に遠心分離によって分離した。得られた抽出液を25 mLに定容し、その溶液に含まれる安 定同位体Cs(¹³³Cs)をICP-MS(誘導結合プラズマ質量分析装置)により測定した。その後、測定 された抽出液25 mL中に含まれる安定同位体Csの濃度を、抽出操作を行った土壌1 gあたりの濃度 に換算した。

次に放射性Csの逐次抽出操作手順を示す。

F1: 試料40 gに1 M MgCl₂ (pH 7) 320 mLを加え、室温で1時間撹拌した。

F2: F1の残渣に1 M CH₃COONa / CH₃COOH (pH 5) 320 mLを加え、室温で5時間撹拌した。

F3: F2の残渣に0.04 M NH₂OH-HC1 (25% v/v CH₃COOH) 800 mLを加え、96±3℃で6時間撹拌した。

F4: F3の残渣に0.02 M HNO₃ 120 mLと30% H₂O₂ 200 mLを加え、85±2℃で2時間撹拌した後、さらに
 30% H₂O₂ 120 mLを添加して3時間の撹拌を行い、遠心分離によって得た上澄み液に3.2 M CH₃COONH₄

(20% v/v HNO₃) 200 mLを加え800 mLに定容し、先ほどの残渣に加えて室温で30分撹拌した。
 F5: F4の残渣を直接蒸発乾固したものを検体とした。

抽出液の分離には、吸引濾過法を用い、抽出操作後の残渣は320 mLの水によって洗浄を行い、 抽出液と同様に吸引濾過した。得られた抽出液を2000 mLに定容し、その溶液に含まれる放射性Cs をGe半導体検出器により測定した。その後、測定された抽出液2000 mL中に含まれる放射性物質の 濃度を、抽出操作を行った土壤40 gあたりの放射性物質の濃度に換算した。

4) 強熱減量

強熱減量とは、土壌中の揮発性成分(主に有機物)を知るための方法²⁾であり、本研究では、採取した土壌及び底質の有機物量と放射性Cs濃度の関係を調べた。ここでの有機物量は、110℃で一 定質量になるまで乾燥した土壌試料の質量と、電気炉(NHK-170 日陶科学)を用いて600℃に強 熱したときの土壌試料の質量から求めた。

5) 土壌中の陽イオン交換容量

本実験では、Csを含む陽イオン交換基の量と放射性Csの濃度との関連性を見るために土壌中の

陽イオン交換容量(CEC)を測定した。CECの定量方法は肥料取締法で施行されている酢酸バリウム 法を用いた。³⁾

分析で用いた試薬として酢酸バリウム(純度:99%)、水酸化ナトリウム(97%)、チモールブル ーナトリウム指示薬、ブロモチモールは和光純薬工業製、アミド硫酸(99%)、硝酸ランタン六水 和物(99%)は関東化学株式会社製のものを用いた。分析にはヤマト科学製の純水製造装置により 精製した純水を用いた。試料と溶液の攪拌には、マグネチックスターラー(アズワン製Pasolina Mini Stirrer CT-1)を用いた。

操作手順は、土壌試料をそれぞれ0.2 g分取し、これに0.05 M 塩酸25 mLを加え、撹拌し20分間 放置し、ろ過を2回繰り返し、試料の置換基を水素イオンに交換した。その後、過剰な水素イオン を水で洗浄した。次に、酢酸バリウム液25 mLを加え撹拌し1時間放置を2回繰り返し、水素イオン をバリウムイオンに交換した。過剰なバリウムイオンを水で洗浄した後、酢酸バリウムを加えて 以降の溶出液を0.05 M水酸化ナトリウムで滴定した。このときCECは式1を用いて求めた。なお、 硫酸アミドは水酸化ナトリウムの標定に用いた。

 $CEC \ (cmo1/kg) = (w_1 - w_0) \times C_b F / W$ (1)

ここで、 C_0 は水酸化ナトリウム濃度(mol L⁻¹) W_0 は酢酸バリウム標準液への水酸化ナトリウムの 滴下量(mL)、 W_1 は溶出液への水酸化ナトリウムの滴下量(mL)、Mは乾物としてのサンプル量(g)、 Fは水酸化ナトリウムの補正係数(F = 0.971~1.12)を示す。



(2) 群馬県、特に渡良瀬川水系の底質に含まれる放射性セシウム1)採取地点

底質試料は、図(1)-3に示す渡良瀬川水系8か所とし、湖底表面から深さ5~10 cmの底質をエク マンバージ採泥器(宮本理研工業)により、1 kg ~ 5 kg程度採取した。また草木湖湖心におい て佐竹式コアサンプラー(5.4×50 cm、離合社)を用いて深さ42 cmまで採取した。

2) 前処理

底質試料は110 ℃で加熱し、すり鉢で粉砕した試料をゲルマニウム半導体検出器(GEM-2070: ORTEC)により¹³⁴Csと¹³⁷Csを測定した。コアサンプルは表層から10 cmまでは2 cmごとに、10 cm以 下は5 cmごとに切り分け、110 ℃で加熱し、すり鉢で粉砕した試料をGe半導体検出器により¹³⁴Cs と¹³⁷Csを測定した。

3) 逐次抽出法による化学形態別分析

(1)の3)と同様の操作を行った。

4) 草木ダム底質中の安定同位体Csの全量測定

底質試料1 gに46% HF 10 mLと60% HC10₄ 2 mLを加えて蒸発乾固し、さらに46% HF 10 mLと60% HC10₄ 1 mLを加えて蒸発乾固を行った。その残留物に60% HC10₄ 1 mLを加え、最後に12 mol dm⁻³ HC1 3mL で溶解した。得られた抽出液を25 mLに定容し、その溶液に含まれる安定同位体Cs (¹³³Cs) をICP-MS (誘導結合プラズマ質量分析装置)により測定した。その後、測定された抽出液25 mL中に含まれ る安定同位体Csの濃度を、抽出操作を行った土壌1 gあたりの濃度に換算した。

(3)赤城大沼底質における放射性セシウムの鉛直方向分布とインベントリーの測定

1) 試料採取と放射能測定

底質中の放射性Csの鉛直方向分布を測定するために、図(1)-1に示す、湖心、流入部、流出部の 3ヶ所で、ほぼ2ヶ月ごとに佐竹式コアサンプラーを用いて底質を採取した。コア試料は、表層 から10 cmまでは2 cmごとに、10 cm以下は5 cmごとに切り分け、γ線スペクトロメーターで放射



図(1)-4 赤城大沼におけるサンプリングポイント

性Csを測定した。一方、赤城大沼の放射性Csのインベントリーの測定には、図(1)-4に示す地点お よび図(1)-1の湖心、流入部、流出部の3か所で佐竹式コアサンプラーを用いてサンプリングを行 った。コア試料は、表層から10 cmまでは2 cmごとに、10 cm以下は5 cmごとに切り分け、γ線ス ペクトロメーターで放射性Csを測定した。

(4) 渡良瀬川水系における水生生物(トビケラ幼虫)の採取と放射性セシウムの測定

1) 試料採取と放射能測定

渡良瀬川水系の桐生川、渡良瀬川においてトビケラ(Stenopsyche marmorata) 幼虫を採取し(2013 年2月および2014年1月)、γ線スペクトロメーターで放射性Csを測定した。

(5) 群馬県下に降下した放射性セシウム量の評価

1) 土壌中の放射性セシウムの定量

本研究の始まる前に、近県からの17試料を含め群馬県各地から土壌試料を2011年5月から10月 にかけて計266個採取した。採取地点は3月以降、掘り返した形跡がないと視認され、道路沿いの 空き地や公園などで樹木などによって覆われていない箇所を選んだ。土壌試料はチゼル型ハンマ ーを用い地表面から3ないし4 cmの深さまで採取した。一地点での試料採取は基本的に1か所か らであるが、約3m四方以内で数か所から採取・混合した試料も少数含まれる。採取試料は小石 を含むものが多いため、実験室で3~5日間風乾後、孔径1mmのふるいにかけ、通過した部分を直 径8 cm、厚さ2 cmの円盤状のプラスチック製容器に詰め、測定用試料を調製した。

ガンマ線計測はキャンベラ製(Model No. GC2018、検出効率22.4%)及びセイコーEG & Gオルテッ ク製(Model No. GEM-20180-P、検出効率25.9%) ゲルマニウム半導体検出器及びマルチチャンネル 波高分析器で行なった。測定データは解析用ソフトGenie200(ver.1.4、 Canberra)及び Maestro(Model:A65-BI ver.3.20、 Seiko EG & G ORTEC)でスペクトル解析を行ない、Cs-134は 604.9keV、Cs-137は662.9keVのピークを用い、それぞれの核種の定量を行なった。なお、定量の 基準には土壌標準試料(IAEA-444)を用いた。計測時間は10,000秒~80,000秒で、大部分は30,000 ないし40,000秒である。定量下限は約10Bq/kgである。

空間放射線量は、土壌試料採取時(2011年)はHoriba Radi PA-300を用い、 本研究開始後の2012 年からはHoriba Radi PA-1100を用いて測定した。Horiba Radi PA-300は購入後6年を経過してい たため、試料採取地点での測定後に校正を行ない、得られた値を補正した。

位置情報(GPS)はGarmin (Oregon550)及びHoriba Radi PA-1100の測定データを取り込むソフト (RadiLog)を搭載したタブレット(ASUS Pad TF300T)によって同時に測定した。

4. 結果及び考察

(1)赤城大沼の底質及び土壤に含まれる放射性セシウム

1)赤城大沼湖底質と周辺土壌に含まれる放射性Csの濃度

はじめに、赤城大沼底質及び周辺土壌に含まれる¹³⁴Cs及び¹³⁷Csの濃度を調べ、測定日別に、横軸 に¹³⁴Csの濃度、縦軸に¹³⁷Csの濃度をプロットしたグラフを図(1)-5に示す。それぞれの測定日で¹³⁴Cs と¹³⁷Csの濃度には相関があり、原点を通った直線を示した。即ち、赤城大沼底質及び周辺土壌に 含まれる放射性Csが2011年の福島第一原子力発電所事故由来であることを意味しており、1986年 に起こったチェルノブイリ原子力発電所事故の影響をほとんど受けていないものと考えられる。 福島第一原発事故当時に放出された放射性Cs比¹³⁴Cs: ¹³⁷Cs = 1:1であると報告⁴⁾されたが、経時 にしたがってグラフの傾きが大きくなり、2013年10月時点での傾きが2.28であったことから、¹³⁴Cs の濃度が半減期通りに減少していることが分った。

また、採取時期による放射性Cs濃度は、図(1)-6に示されるように、多少ばらつきは見られたも のの、キャンプ場を除くすべての地点において2012年採取土壌に比べて2013年度採取土壌の方が 低くなる傾向にあることが分かった。キャンプ場の放射性Cs濃度は2013年採取の方が大きいが、 キャンプ場は人が足を踏み入れる地点が多いため、ゴミや炭などの人為的な影響が与えられてい ることが可能性として考えられる。一方、土壌試料については¹³⁴Csと¹³⁷Csの合計が放射性物質汚染 対処特別措置法に基づく指定基準の8000 Bq/kgを超えていたのは、昨年10月に採取した覚満淵の 入口付近で採取した土壌のみであった。また、赤城大沼の北側に位置する駐車場も他の採取地点 よりも高い傾向にあった。高い放射性Cs濃度が検出された地点は、草木が周辺に多く存在し、そ の土質は砂や礫が少なく腐植土に近い肥沃な土壌であった。さらに、大沼駐車場で採取した試料 中の放射性Csの濃度は採取時期の経過に伴って減少する傾向にあったのに対し、覚満淵入口で採 取した試料は2012年で濃度が大きく増加し、2013年に減少したことが確認された。他の採取地点 での採取時期に伴う土壌試料中のCs濃度はほとんど変わらない、あるいは¹³⁴Csの半減期(2.06年) の影響により減少する傾向を示した。



図(1)-5¹³⁴Csと¹³⁷Csの濃度相関



図(1)-6 赤城大沼採取土壌及び底質中の放射性Cs濃度

2) 覚満淵土壌に含まれる放射性Csの濃度

2012年に採取した覚満淵土壌に含まれる放射性Csの濃度は増加傾向にあり、2012年10月では放 射性Cs濃度が17,150 Bq/kgと非常に高い値を示した。その理由として、採取地点のずれによる誤 差の可能性が考えられるため、採取地点を1 mに区切り、各メッシュの土壌中の放射性Cs濃度を測 定した(図(1)-2)。その結果、覚満淵地点では各メッシュの放射性Cs濃度の誤差が大きいことが わかり、放射性Csは採取地点が1 mずれても大きく異なることが示唆されたものの、2012年11月と 2013年6月にそれぞれ採取した9地点の放射性Cs濃度を平均すると経時に伴う変化はほとんど見ら れなかった(図(1)-7)。即ち、放射性Csの濃度の採取地点での誤差を最小にするためには、一定 区域内でできる限り多くの試料を採取する必要があることを示唆した。しかし、現時点で全ての 採取地点において本実験で行ったような採取を実施するには、各々採取できる面積や土質を考慮 すると難しい。

また、覚満淵土壌の濃度は2012年6月、8月、10月と経時的に増加していたことから、蛍光X線分 析(XRF)により土壌中の元素組成を、X線回折分析(XRD)により土壌の鉱物組成を調べ、土壌の 経時変化を予想した。XRFによる元素組成の解析結果を図(1)-8に、XRDパターンによる鉱物組成の 結果を図(1)-9にそれぞれ示す。これより、いずれの分析結果からも覚満淵土壌の元素組成及び鉱 物組成の経時変化は見られなかった。従って、この段階では、土壌中の放射性Cs濃度は元素組成 や鉱物組成による関係性は低いものと考えられる。



図(1)-7 覚満淵土壌の各メッシュ中の放射性Cs濃度



ARF分析による見個偏工場試料の元系組成比 組成比は酸化物として測定した結果から求めた。



図(1)-9 覚満淵土壌試料のXRDパターン

3) 土壌中の有機物量及び陽イオン交換容量(CEC)と放射性Cs濃度との関係

赤城大沼で採取した全試料に対し強熱減量を行い、有機物量と放射性Cs(¹³⁷Cs)の濃度との関係をプロットした。その結果、図(1)-10に示されるように、土壌試料の有機物量と放射性Cs濃度には正の相関が見られたことから有機物量を多く含む土壌において高い放射性Cs濃度を含む傾向であることが推察された。これについて、Ritchieら⁵⁾はベルツヴィル農業研究センターの土壌を用いてグローバルフォールアウト由来の放射性Csと有機物量の関係を調べたところ、本研究と同様の結果が得られたことを報告している。

次に、赤城大沼で採取した試料のうち、比較的放射性Cs濃度が高い試料に対し酢酸バリウム法 を行い、陽イオン交換容量(CEC)と放射性Cs(¹³⁷Cs)の関係をプロットした。その結果、図(1)-11 に示されるように、土壌試料のCECと放射性Cs濃度には高い正の相関が見られた。

従って、Csの土壌への保持は、土壌中の有機物に含まれる陽イオン交換体に結合し、不溶化しているため、経時に伴う濃度が大きく変動しないのではないかと予想される。



図(1)-10 赤城大沼土壌及び底質中の¹³⁷Cs濃度と有機物量の関係



図(1)-11 CECと¹³⁷Cs濃度の関係

4) 放射性Csの化学形態別分析

赤城大沼湖心と放射性Cs濃度が比較的高かった大沼駐車場及び覚満淵入口で採取した土壌試料 中の、放射性Csの化学形態別分析を行った。図(1)-12はその結果を棒グラフでまとめたものであ る。湖心底質に含まれる放射性Csの化学形態の経時変化は小さく、最も溶出しにくい形態として 定義されているF5(ケイ酸塩態)に75~85%近く存在し、その次に酸化剤を用いなければ溶出し にくい形態として定義されているF3(Fe-Mn酸化物態)に10%程度存在していることが分った。ま た、採取時期によっては、可溶性の高いF1(イオン交換態)及びF2(炭酸塩態)の存在が確認さ れていたが実際の濃度としては、原子炉等規制法に基づくクリアランス基準の100 Bq/kgを下回っ ていた⁶。

一方、土壌試料である大沼駐車場及び覚満淵入口もF5の割合が高いが、化学形態の経時変化が 湖心よりも大きいことがわかった。特に2012年採取の駐車場では高分子の有機物と結合した形態 として定義されているF4に約10%前後に存在していた。この傾向は土壌試料中の放射性Csの全量が 小さいための誤差であると考えられる。



図(1)-12 赤城大沼底質及び土壤中の放射性Csの化学形態別割合

5) 放射性Csの溶出可容量の推定

逐次抽出試験で得られた結果から、赤城大沼底質及び周辺土壌からの溶出可能放射性Csの割合 を予測した。中長期的な溶出可容量の予測については、いくつか方法がある⁷⁻¹⁰がここでは、中野 ら⁷⁾ならびに貫上ら¹⁰⁾が報告した、湖底質の重金属の全含有量に対し、結合の弱いF1(イオン交換 態)及びF2(炭酸塩態)の濃度合計(溶質可能性画分)をプロットする方法を参考に、溶出可容 量推定図(図(1)-13)を作成した。なお、図中の直線は、全含有量に対し、溶出可能性画分が長 期的に0.1%、1%、10%及び100%溶出する場合を示しており、100%は存在している全含有量の全てが 長期間に溶出する場合を意味している。

溶出可容量推定図より赤城大沼底質及び周辺土壌中の放射性Csについては、溶出可容量は1~ 10%と低い値を示しており、再溶出する可能性が低いことが示唆される。また、平成23年12月国立 環境研究所が行った福島県内の浄水処理発生土、下水汚泥焼却灰、森林土壌などの逐次抽出試験 の結果¹¹⁾では、酸化物態及び残留物態とされる画分が86~91%を占めていることが報告されており、 本研究結果との類似性も高いことがわかった。



図(1)-13 赤城大沼底質及び土壌中の放射性Csの溶出可容量推定図

6) 赤城大沼に生息するプランクトンに含まれる放射性Csと安定同位体Cs濃度

赤城大沼の底質に含まれる放射性Csの由来を調べるために、赤城大沼に生息するプランクトン 中の安定同位体及び放射性同位体のCs濃度を測定した。2012年及び2013年に赤城大沼で採取した プランクトンに含まれる安定同位体Cs及び放射性Cs濃度を表(1)-1に示す。放射性Cs濃度はそれぞ れの採取日に補正した。赤城大沼に生息するプランクトン組成はほとんどが植物プランクトン Melosia属の珪藻であるとの報告がある¹²⁾。結果より、安定同位体Cs濃度は2012年よりも2013年の プランクトンで2倍以上高い値を示した。しかし、放射性Cs濃度はほとんど変化しておらず、¹³⁷Cs においても1.4倍とその濃度変化はわずかであった。このことから、赤城大沼湖内の放射性Csと安 定同位体Csのプランクトンに対する動態は異なる可能性が示唆される。

	Ф, , , , , , , , , , , , , , , , , , ,	
	2012年11月採取	2013年11月採取
¹³³ Cs (g/kg)	761×10^{-6}	1616×10^{-6}
¹³⁴ Cs (g/kg)*	6. 92×10^{-12}	5. 35×10^{-12}
¹³⁷ Cs (g/kg)*	1. 42×10^{-10}	2.05×10 ⁻¹⁰

表(1)-1 赤城大沼に生育するプランクトンに含まれる¹³³Cs、¹³⁴Cs、¹³⁷Cs濃度

*1 Bqあたりの¹³⁴Csの質量:2.09×10⁻¹⁴g;1 Bqあたりの¹³⁷Csの質量:3.12×10⁻¹³g

7) 赤城大沼に生息するプランクトンに含まれる安定同位体Csの化学形態別分析

上述した赤城大沼に生息するプランクトン中の安定Csの化学形態別分析を逐次抽出法によって 調べた。その結果、図(1)-14に示されるように、プランクトンに含まれる安定同位体Csは比較的 溶出しやすいF1(イオン交換態)やF2(炭酸塩態)に多く、次いでF3(Fe、Mn酸化物態)、F5(ケ イ酸塩態)、F4(有機物態)の順になることがわかった。また、プランクトン中の安定同位体Cs の化学形態の経時変化はほとんど見られなかったが、2013年採取のプランクトンではF4、F5の形 態の割合がわずかに多くなった。これは、プランクトンに含まれる安定同位体Csの全量の違いに よる誤差であると考えられる。プランクトン中の安定同位体Csは溶出しやすい形態であるF1及び F2の形態が68~78%を占めているため、プランクトンを捕食したワカサギの体内に安定同位体Csが 吸収されたものと推察される。



図(1)-14 赤城大沼に生息するプランクトンに含まれる安定同位体Csの化学形態別割合の経時変化

8) 安定同位体Csと放射性Csの化学形態の比較

安定同位体Csと放射性Csの挙動を確認するために、2013年10月採取の覚満淵土壌、2013年6月採 取の赤城大沼湖心底質、2013年6月採取の赤城大沼湖心コアサンプル0-5cm及び、2013年11月採取 のプランクトンを用いて、逐次抽出法によって安定同位体Cs及び放射性Csの化学形態を調べた。 図(1)-15と図(1)-16はその結果を棒グラフでまとめたものである。

赤城大沼湖心底質及びプランクトンの放射性Csと安定同位体Csの化学形態別割合は一致してお らず、安定同位体Csの溶出しやすいF1及びF2の割合が大きくなる傾向があることがわかった。ま た、2013年11月に採取したプランクトンにおいても同様の検討を行った(図(1)-17)。プランク トン中の放射性Csと安定同位体Csの化学形態別割合も一致しておらず、放射性CsのF5(ケイ酸塩 態)が多くみられることがわかった。しかし、プランクトンの放射性Csの化学形態別割合と湖底 質及び覚満淵土壌の放射性Csの化学形態別割合を比較すると、プランクトンの放射性Csは湖底質 及び土壌よりも溶出しやすい可能性が高いことがわかった。

この化学形態の違いを考察するため、図(1)-15に2012年10月採取の覚満淵土壌、2013年6月の赤 城大沼湖底質をエグマンバージで採取した底質試料、2013年6月の赤城大沼湖底質をコアサンプル で採取した湖底表層から深さ0-5 cmの底質試料、2013年11月に採取したプランクトン試料にそれ ぞれ含まれる安定同位体Cs及び放射性CsのF1~F5のフラクション割合とF1~F4のフラクション割 合を比較したものをまとめた。これらからF1~F5までのフラクション割合では、安定同位体Csと 放射性Csの割合が覚満淵土壌を除いて著しく異なることがわかった。しかしF1~F4までのフラク ション割合のグラフは全ての試料では化学形態がほぼ一致する結果となった。このことからF5の 割合が違う原因は、F1~F4までの形態別割合の化学的半減期の違いによるものと考えられる。¹³³Cs は元々自然に存在しているため、環境の著しい変動がない限り、化学形態の変化はほとんど生じ ないと考えられる。一方、¹³⁷Csは降下した当初はイオンの形態(Cs⁺)であったと思われるが、そ の後、時間の経過に伴い、溶出しにくいF5に移行したと推察される¹³⁾。また、その機構について 土壌に沈着した¹³⁷Csは時間の経過に伴い土壌により強く保持されるという報告¹⁴⁾もあることから、 ¹³⁷CsはF5への化学形態の移行とF5(ケイ酸塩態)による保持によってF5の形態の割合が高くなった ものと考えられる。一方、可溶性Csは上述したF5の形態への移行と共に、その一部は速やかに雨 水と共に河川や湖水へ流入したものと予想されるため、F1及びF2の割合が低くなっているものと 考えられる。自然界に存在する¹³³Csはどの形態も溶出した分だけほかの地点及び形態から補填さ れるという平衡状態にあると考えられるが、¹³⁷Csは事故由来のものであるため、溶出した分だけ ¹³⁷Csの濃度は減少したと推察される。また、F1~F5は溶出のしやすさで分けられており、F1が最 も溶出しやすいため、減少速度も他のフラクションよりも早いことが予想される。F5は自然界で の溶出はほとんど考えられないため、化学的半減期も最も長いと考えられる。



図(1)-15 赤城大沼底質及び周辺土壌に含まれる¹³³Cs(左)と¹³⁷Cs(右)の化学形態別割合



図(1)-16 赤城大沼に生息する動植物プランクトン中の¹³³Cs及び¹³⁷Csの化学形態別割合



図(1)-17 各採取試料中の安定Cs(¹³³Cs)と放射性Cs(¹³⁷Cs)の化学形態別割合の比較

(2) 渡良瀬川水系の底質に含まれる放射性セシウム

1) 渡良瀬川底質と草木ダム底質に含まれる放射性Csの濃度

はじめに、草木ダム湖及び渡良瀬川底質に含まれる¹³⁴Cs及び¹³⁷Csの濃度を調べた。その結果、図

(1)-18に示されるように渡良瀬川の河川底質(足尾鉱山、小中川、川口川)については、放射性 Cs濃度は22.9~345 Bq/kgと赤城大沼湖心底質(670~3,680 Bq/kg)に比べて低く、そのため2012 年と2013年採取のもので経時変化はあまり見られず、全体的に減少傾向を示した。川口川におい ては2012年の濃度よりも2013年の濃度が高かったが、47~165 Bq/kgと低いため誤差範囲である と考えられる。小黒川底質は他の河川底質に比べて放射性Cs濃度の変化が大きかった。2012年採 取では1100 Bq/kgと河川底質の中で最も高い濃度であったが、2013年採取の試料では426 Bq/kg と半分以下に減少した。しかし依然として他の河川底質に比べて高い濃度を示した。ダム湖底質 (草木ダム、桐生川ダム)に含まれる放射性Csは草木ダムでは堰堤付近の底質、桐生川ダムでは 流入口の底質の放射性Cs濃度が高いことがわかった。渡良瀬川水系で最も高い放射性Cs濃度を示 した草木ダム堰堤付近底質の放射性Cs濃度の経時変化はあまり見られなかった。ただし、いずれ の地点も放射性物質汚染対処特別措置法¹⁵による指定基準8000 Bq/kgは超えていなかった。



図(1)-18 渡良瀬川水系の放射性Cs濃度

2) 草木ダム底質コアサンプルに含まれる放射性Csの濃度

草木ダムの湖心底質に含まれる放射性Csの鉛直分布を調べるために、2012年9月に草木ダム湖心 底質においてコアサンプルを採取した。その結果を、2012年6月に採取した赤城大沼湖心底質コア サンプルと比較したものを図(1)-19に示す。草木ダム底質中の放射性Cs鉛直分布については、表 層から25 cmで放射性Cs濃度が最も高くなることがわかった。河川底質の放射性Csの鉛直分布はチ ェルノブイリ事故後でも検討されており、深さ26~28 cmで濃度が最大になるという報告がある¹⁶⁾。 また、赤城大沼の底質は深さ5 cmで放射性Cs濃度が高くなり、6 cm付近では放射性Csは検出され なかった。これらの結果より、底質中の放射性Csは平均滞留時間によって鉛直分布が変化するこ とが示唆される。草木ダム湖のように52日間で湖内の水が入れ替わるような水の流れが激しい地 点は、放射能汚染された底質の層が上流からの流入する土砂によって覆われたためと考えられる。 事実、2011年9月に大型台風が2つ(688 tm³/s、1586 tm³/s)渡良瀬川を通過しており、このとき 大量の土砂が堆積したものと考えられる。また、赤城大沼のような平均滞留時間が2.3年で水の流 れが緩やかで環境変化がほとんどない地点の底質は、放射能汚染された底質層はほとんど循環せ ず、湖底表層付近に濃度の高い層が維持されているものと考えられる。

また、草木ダム湖心底質中の安定同位体Csの鉛直分布を図(1)-20に示す。この結果より草木ダ ム湖底質中の安定同位体Csは、採取した0 cm~40 cmでも約100 μg kg⁻¹程度含まれており、放射性 Csと安定同位体Csの鉛直分布は表層部ら下層部にかけてほぼ一定であった。これは、安定同位体 Csは原発事故以前から鉛直方向に関係なく湖底質に多く分布していることを意味する。



図(1)-19 草木ダム湖底質と赤城大沼湖底質の放射性Cs鉛直分布の比較 (左) 草木ダム湖底質コアサンプル、(右)赤城大沼底質コアサンプル¹⁷⁾



図(1)-20 草木ダム湖底質の安定Csの鉛直分布

3) 放射性Csの化学形態別分析

2012年に採取した草木ダム湖中流、堰堤、桐生ダム湖流入口、堰堤底質及び小黒川底質試料中

の放射性Csの化学形態別分析を行った。その結果、図(1)-21に示されるように、それぞれの湖底 質及び河川底質の放射性Cs濃度は草木ダム堰堤が最も高く(1526 Bq/kg)、次いで小黒川底質(1099 Bq/kg)、桐生川ダム流入口(802 Bq/kg)となった。小黒川底質を除いた地点では、ほとんどの放 射性Csが最も溶出しにくい形態と定義されているF5(ケイ酸塩態)であることがわかった。この ことから、草木ダム及び桐生川ダムに降下した放射性Csは、ダム湖内の水流によって早い段階で ダム湖水に溶出し、下流に流れていったと推察される。これより、溶出しにくい形態(F5:ケイ 酸塩態)の割合が非常に高い放射性Csが、今後環境中に放出され、周辺環境に対し悪影響を及ぼ す可能性は極めて低いものと推測される。これについて、山口らは、土壌に吸着した放射性Csは 時間の経過に伴い土壌により強く保持され、土壌溶液に再分配される割合が非常にわずかである ことを報告¹³⁾しており、本研究の結果にも反映できるものと考えている。

小黒川底質の化学形態は赤城大沼湖心底質の化学形態と類似しており、F3(Fe-Mn酸化物態)や F4(有機物態)の存在が確認された。小黒川底質はダム湖底質と違い水深も1~2m程度と浅く、 ダム湖内のような激しい循環が起こらないため、F3やF4の形態が確認されたと考えられる。

また、小黒川底質の化学形態別割合の経時変化を調べるために2013年採取の小黒川底質を逐次 抽出操作により、放射性Csの化学形態別分析を行った。図(1)-22はその結果を棒グラフでまとめ たものである。2013年採取の小黒川底質でもF3(Fe-Mn酸化物態)の存在が確認された。またF5の 割合は81.5~83.3%とほとんど変わらず、放射性Csは溶出しにくい形態であることがわかった。こ れは小黒川底質は他のダム湖底質と異なり、激しい環境変化が生じておらず、小黒川底質採取の 際に枯れ木や植物が多く底質に含まれていたことから、小黒川底質は上流及び沿岸部といった周 辺環境の影響を受けやすいと考えられる。しかし、溶出しやすいF1(イオン交換態)やF2(炭酸 塩態)は見られなかったため、小黒川底質中の放射性Csの周辺環境への放出する可能性は極めて 低いと判断される。



図(1)-21 渡良瀬川水系底質中の放射性Csの化学形態



図(1)-22 小黒川底質に含まれる放射性Csの化学形態別割合

(3) 赤城大沼底質における放射性セシウムの鉛直方向分布とインベントリーの測定

図(1)-23(次ページ)に湖心、流入、流出の3か所における¹³⁷Csの鉛直方向分布を示す。まず、 測定ごとにその分布とインベントリーが大きく異なることがわかる。これは、底質の不均一性を 示している。一方、3か所を比べると、湖心においては他の2か所よりも¹³⁷Csはより表層に分布 していることがわかる。このことは、湖心においては底質のかく乱が少ないためと考えられる。 表(1)-2に赤城大沼底質中の¹³⁷Csのインベントリーの測定結果を示す。値はかなりばらついている が、平均値として17.2 kBq/m²が得られた。この値は、文科省航空機モニタリングの値と概ね一致 している。

	N		
地点	インベントリー (kBq/m ²)	地点	インベントリー (kBq/m ²)
P1	22.3	P11	6.6
P2	20.9	P13	31.6
P3	16.7	P14	20.1
P4	23.1	P15	19.1
P5	18	P17	21.1
P6	21.8	P18	13.7
P7	6.2	流出	14.7
P8	28	流入	12.7
Р9	14.8	湖心	14.8
P10	15.4	平均	17.2
		標準偏差	6. 59

表(1)-2 赤城大沼の底質のインベントリー

a) 流入部



図(1)-23 赤城大沼の底質における¹³⁷Csの鉛直方向分布とインベントリー

(4) - 渡良瀬川水系における水生生物(トビケラ)の採取と放射性セシウムの測定

渡良瀬川水系の3ヶ所で採取したトビケラ試料中の放射性Cs濃度は2年間ともすべて検出限界

(10Bq/kg)以下であった。当初、トビケラを水生生物の放射性Cs汚染の指標生物として知られているが、渡良瀬川水系における生態系における放射性Cs汚染のレベルはすでにかなり低いことが分かった。

(5) 群馬県下に降下した放射性セシウム量の評価

2011年に採取した土壌試料の分析結果及び2012年に計測した空間放射線量および位置情報(GPS データ)は付録1に、本研究課題開始後の2012年以降に採取した土壌試料の分析結果は付録2に示 した。放射性セシウム定量値の評価を行なう前に、試料の採取法について検討した結果を示す。

1) 採取深度に関する検討

図(1)-24は同一地点(桐生市菱町一丁目にある個人住宅の庭:緯度36°24'06"、経度139°21'08"、 地表面での空間放射線量:0.90□Sv/h)で表層から10cm下まで2cm毎に試料採取、10cm以深は10-15cm 及び15-20cmと区分して試料採取し、土壌試料の放射性セシウムを測定(2013年3月8~11日)した



図(1)-24 土壌中の放射性セシウムの垂直分布

結果である。測定時は事故後2年を経過しているが、放射性セシウムは表層から2cmまでに全量の 70%、表層から4cmまでに全量の95%近くが留まり、下層への移行は極めて少ないことがわかる。 分析結果は、粘土鉱物などに吸着した放射性セシウムは雨水などの影響をほとんど受けず、地表 表面付近から下層へほとんど動かないことを強く示唆している。今回土壌試料は地表から3[~]4cmの 深度までの採取であるが、降下した放射性セシウムの大部分を採取して計測していることが確か められた。なお2011年6月に福島県下で文科省が大規模に実施した土壌試料採取では地表下5cmま でであることから、それらの採取法で得られた土壌試料の放射性セシウム濃度に比較して今回の 値は20~30%程度高めになっているとみなすことができる。

2) 土壌粒子の違いによる放射性セシウム濃度の差異

土壌粒子は粒径2mm以下と定義されている。今回は粒径1mm以下の部分を集めて計測したため、 粒径2mm以下の部分を集めた場合と結果が異なる可能性がある。そこで同一土壌試料で粒径2mm以 下と1mm以下の測定試料を調製し、測定値を比較した。表(1)-3はその結果であるが、両者による 差異は最大でも10%以内であり、1mm以下の粒子について測定した本研究の値を土壌の測定値とし て大きな問題はないことが確かめられた。

表(1)-3 土壌粒子のサイズによる放射能量の差異に関する検討¹⁾

土壤試料採取地点	緯度	経度	ふるいの	放射	kg)	
			サイズ	Cs-134	Cs-137	合量
群馬大学理工学部菱グラウンド	36° 24' 20″	139° 21'41″	$\phi 1$ mm	22	54	76
(桐生市)			$\phi 2mm$	19	54	73
群馬大学荒牧キャンパス	36° 25' 51″	139° 02' 45″	ϕ 1mm	42	158	200
(前橋市)			ϕ 2mm	53	146	199
桐生市菱町一丁目(相澤自宅)	36° 24' 06″	139° 21'08″	ϕ 1mm	287	777	1064
			ϕ 2mm	258	734	992
1) 試料採取日: 2014年1月13日,						

3) 土壌試料のCs-134/Cs-137比

土壌中の放射性セシウムの定量結果は付録に記載したが、Cs-134及びCs-137の定量値(Bq/kg)は 半導体検出器による測定時に得られた値であり、半減期補正は行なっていない。Cs-137は半減期 が30年であるため、補正の必要はないが、Cs134は半減期2年であるため、得られた値の比較には 補正が必要である。半減期補正する日は任意に選択できるが、飛散し始めたのが2011年3月12日で あることから、当日の放射能量に換算するのが一つの方法である。



図(1)-25 放射性セシウムの計測日と土壌中の放射性セシウム (Cs-134/Cs-137)比との相関関係

横軸に測定日をとり、得られた定量値のCs-134/Cs-137比を縦軸にプロットした(図(1)-25)。 放射能量の低い試料では定量値の不確かさと今回の原発事故以外(かつての大気圏内核実験やチ ェルノブイリ事故など)に由来するCs-137が無視言えないためか比が小さく出ることがある。し かし大多数の試料ではその比は測定日の経過とともに減少し、その減少はCs-134の放射能量の減 少に対応する。図(1)-25から明らかなように、事故の起こった3月12日ではCs-134/Cs-137比はほ ぼ1になる。従って事故当時の放射性セシウム(Cs-134及びCs-137)の合量の放射能量は測定値の Cs-137の約2倍となる。

4) 土壌中の放射性セシウム量の頻度分布

図(1)-26はCs-137の定量値を2倍して3月12日時点での土壌中のCs-134及びCs-137合量の放射能 量を算出し、その頻度分布を示した図である。図(1)-26の左は測定値をそのままで頻度を示した が、少数の比較的放射能量の高い試料があるために正規分布の形をとらず、算術平均値も平均値 としての有用性を持ちえない。右側は放射能量の対数をとり、その頻度分布を求めたものである。 多少ずれはあるもののほぼ正規分布に近い。今回の測定値は土壌の放射性セシウム含有量である が、分布としては地球化学的試料中の微量元素含有量の分布と同様に対数正規分布となり、算術 平均よりも幾何平均が平均値として有用であることを示している。その幾何平均値は1,000Bq/kg である。

試料採取地点と定量値を対比させると、群馬県南東部の平野部と北部や西部の山間部とで土壌 中の放射性セシウム量には明瞭な差異が認められる。平野部では大部分1000Bq/kg以下であり、山 間部では逆に1,000Bq/kg以上である。



図(1)-26 2011年3月12日頃、群馬県内に降下した土壌中の放射性 セシウム量(Cs-134及びCs-137の合計量)のヒストグラム

5) 群馬県下に降下した放射性セシウム量の見積り

2011年3月の原発事故によって大気中に放出され、東日本の各県下に降下した放射性セシウム (Cs-134及びCs-137の合量)については同年9月8日現在の量に換算した数値が文部科学省の航空機 モニタリングの結果として公表されている(図(1)-27)。この公表図では降下・沈着量はBq/m²の 単位で表示されている。今回我々は土壌の放射性セシウム量をBq/kgで求めており、両者の結果を 対比させるには単位の換算が必要である。

換算は次のように行なった。本研究では土壌試料は地表面から3ないし4cmの深さで採取した が、図(1)-24で示したように、降下した放射性セシウムはその大部分が4cmよりも浅いところに 留まっている。土壌試料は4cmまで採取し、その深さ以下のところには放射性セシウムはないと 仮定し、土壌密度は1.3g/cm³として換算式を導くと1 Bq/kg = 52 Bq/m²となる。この換算式を基に 文部科学省の公表値(Bq/m²)をBq/kgに換算すると図4の右の数値になる。図4に黄土色で示される 平野部では580Bq/kg以下、青緑色で示される山間部では580Bq/kg以上であり、濃い青色で示され る部分(山間部)は1,200Bq/kg以上である。そしてさらに放射能量の高いところで1,900-5,800 Bq/kgである。



図(1)-27 分析した土壌試料の放射性セシウムの放射能量(Bq/kg)と 文部科学省のデータ(Bq/m²)との対比

付録1に位置情報(GPS)を記載した試料採取地点は図(1)-27に黄色を赤丸で囲んだ印で表示した。今回の定量値は2011年9月8日への半減期補正を行なっていないが、計測が同年9月8日の前約3か月、後1か月であることから、半減期2年のCs-134の値を補正してもCs-134及びCs-137の合量の変動はわずかである。土壌の採取深度を4cmとしたことや土壌の密度を一律に1.3g/cm³と仮定したことなどに起因する誤差を考慮すると、今回の土壌試料の放射性セシウムの定量値は文部科学省による航空機モニタリングによる調査結果と基本的に一致しているとみなすことができる。付録2に記載した埼玉県及び栃木県から採取した土壌試料の放射性セシウム含量も航空機モニタリング調査結果と矛盾しない。

6) 土壤中の放射性セシウムの経年変化

本研究課題開始後の2012年及び2013年に採取した土壌試料の放射性セシウムの定量値は付録2 に記載した。32地点のうち17地点は2011年に土壌試料を採取した地点で採取し、放射性セシウム を再び定量したがその値は予想に反して必ずしも低くはなっていない。11地点では低下している が、6地点では1年以上経っているにもかかわらず値は逆に高い。

赤城大沼湖畔の覚満渕において30cmメッシュで面を分画し土壌試料を採取して放射性セシウム を定量したところ、定量値に大きな変動が見られた(図(1)-7を参照)。このことは、降下した放 射性セシウムは狭い範囲であってもその濃度にかなりの変動があることを示唆している。今回ほ ぼ同一地点(以前採取した箇所の10メートル以内)で採取したが、土壌中の放射性セシウムは狭 い範囲でも不均一に分布しているためにこのような結果になったものと考えている。また経年変 化で減少しているところでもその減少率が非常に大きいところがある。2011年の段階で放射線量 が高かったところでは天地返しなどの作業が行われたためか、大幅に値が小さくなったのかもし れない。例えば群馬県川場スキー場駐車場などである。今回の研究から、同一地点での土壌中の 放射性セシウム濃度の経年変化を観察するには絶えず観察・注意を払える箇所の選定が必須であ ることが明らかとなった。

7) 土壌中の放射性セシウム濃度と空間放射線量との相関関係

群馬県では今回の原発事故由来の放射性物質は事故後2か月ほど経過すると事実上放射性セシ ウムが大部分を占める。事故当初に降下したI-131は半減期が8日のため、すでにほとんどが消滅 した。群馬県下に降下したSr-90はCs-134やCs-137に比較して数百分の一であり、仮にあったとし ても放出する放射線はベータ線である。したがって今回シンチレーションカウンターによるガン マ線計測で得られた空間放射線量値は、降下した放射性セシウムの量に密接に関係する。



図(1)-28 地上1mの空間放射線量と土壌の放射性セシウム (Cs-134 + Cs-137)含量との相関関係

図(1)-28に地上1mの空間放射線量と土壌の放射性セシウム(Cs-134 + Cs-137)含量との相関関係 (n=266)を示した。図から明らかなように正の相関関係を示すが、比較的ばらつきが大きい。とく に土壌の放射性セシウム含量が非常に大きい試料ではその傾向が強く、空間放射線量がそれほど でもないにもかかわらず大きな値を示すものが多い。これは先の考察で触れたように、土壌の放 射性セシウムの面的分布が狭い個所でも不均一であることと関係しているのかもしれない。スポ ット的(数+センチくらいか)に放射性セシウム濃度が高くても空間放射線量の計測ではそれが 直接反映されないためと解釈される。今回の土壌試料採取では、一地点での試料採取は基本的に 1か所からの採取だったこともこのような結果になった原因と考えられる。

8) 空間放射線量の推移

図(1)-29に2011年5月から11月にかけて計測した空間放射線量とその約1年数か月後に再測定 した空間放射線量の同一採取地点での比(1年後/1年前)の頻度分布を示した。ばらつきはある
が、空間放射線量比は正規分布を示し、算術平均値は地上5cmで0.72、地上1mで0.74である。ばら つきが比較的大きく、中には少数ではあるが高い放射線量が計測された地点もある。しかし減少 した箇所が圧倒的に多く、算術平均値で見ると、空間放射線量は1年数か月で約25%の減少を示 している。Cs-134の半減期は2.08年であり、1年数か月経つと25%程度、当初の放射線強度が減 少する。一方Cs-137はその半減期(30.07年)から1年程度では減衰が無視できる。空間放射線量は Cs-134とCs-137の双方が寄与していることを考えると、図(1)-29に示された平均値はCs-134によ る放射線強度の減少のみでは説明できない。土壌試料を採取した地点では除染はほとんどの地点 で実施されてはいないとみなすことができるため、ほかの要因、例えば風雨などによる放射性セ シウムの移動が放射線量のさらなる減少に寄与したのかもしれない。



図(1)-29 2011年5月~10月から1年数か月で変動した空間放射線量

9)赤城山一帯に降下した放射性セシウム

本研究の主目的は赤城山山頂のカルデラ湖「大沼」に生息するワカサギの放射性セシウム含量に影響を与える因子の解明である。

表(1)-4 赤城山一帯から採取した土壌の放射性セシウム濃度

試料採取地点 ¹⁾	土壌の	放射能量(E	Bq/kg)
	Cs-134	Cs-137	合量
忠治温泉そば	870	1020	1890
赤城小沼湖畔	410	480	890
赤城山頂駅(ロープウエイ)の駐車場	1270	1490	2760
赤城神社の西の駐車場	530	610	1140
赤城少年自然の家の東約500mの湖畔(キャンプ場)	1030	1180	2210
青木旅館の北約200m(北西側駐車場)	1000	1180	2180
赤城バンガロー村の駐車場	980	1140	2120
赤城第一スキー場の駐車場(ロープウエーの下)	550	630	1180
1) 採取日:2011年8月30日.			

どの程度の放射性セシウムが赤城山一帯に降下したかを明らかにする目的で、付録1から赤城 山周辺から採取した土壌の放射性セシウム量を抜粋してまとめたのが表(1)-4である。ほぼ 1,000Bq/kgから3,000Bq/kgの範囲内であり、群馬県内のほかの山間部から採取した土壌の放射性 セシウム量と同程度である。赤城外輪山の内側では2012年の本研究開始後もサンプリングを実施 し、土壌の放射性セシウムを計測したが、表(1)-3の値と同程度が多い。試料によっては幾分高い 値も得られたが、赤城山一帯に群馬県のほかの山間部に比較して異常に多い放射性セシウムが降 下した証拠は見当たらない。

【謝辞】

土壤標準試料(IAEA-444)は学習院大学理学部・村松康行教授からお借りした。記して感謝の意 を表します。

5. 本研究により得られた成果

(1)科学的意義

- ・赤城大沼底質及び周辺土壌の放射性Cs濃度の測定と化学形態別分析では、底質中の放射性Cs の濃度の経時変化はほとんどなく、すべての地点において周辺土壌に含まれる放射性Csの濃 度の経時変化はほとんど見られなかった。また、覚満淵土壌の放射性Cs濃度が他の地点より 高い原因としては、セシウム自身が腐植土壌内に吸着しやすいためであると予想されたが、 他の地点と土壌中の鉱物組成及び元素組成について比較しても大きな違いは見られなかった ため、現時点で原因は不明である。
- ・土壌試料中の放射性Cs濃度は土壌試料の有機物量ならびに陽イオン交換容量(CEC)に相関性があった。これより、現段階では放射性Csは雨水等によって降下した後、F1及びF2形態などといった容易に交換可能な形態から植物や土壌中のFe-Mn酸化物など(F3とF4の形態)に速やかに移行し、最終的に粘土鉱物の層状構造間に固定され、F5のケイ酸塩態として長期間土壌中に留まると考えられる。測定の始まった2012年6月には既に赤城大沼湖底質及び周辺土壌に含まれる放射性CsはF5の形態に移行していると考えられる。また、溶出する可能性のある放射性Csの化学形態別割合(F1+F2)は1~10%程度であり、放射性Csは今後溶出する可能性が極めて低く、周辺環境に対する影響はほとんどないことが予測される。
- ・赤城大沼に生息するプランクトンに含まれる安定同位体Cs及び放射性Csは、可溶な形態(F1+
 F2)が湖底質及び周辺土壌よりも高い割合であることがわかった。このことからプランクトンは赤城大沼に生息するワカサギの放射性Cs濃度に関連があることが示唆された。
- ・渡良瀬川の河川底質中の放射性Csの濃度の経時変化は減少傾向にあり、特に小黒川底質では 著しい減少が確認された。またダム湖底質に含まれる放射性Csの濃度は減少傾向にあること がわかった。
- ・2012年9月に採取した草木ダム湖底質中の放射性Csの鉛直分布は、表層から25 cmで最も高い 濃度となることがわかった。この結果は赤城大沼底質中の放射性Csの鉛直分布と比較すると 深く、平均滞留時間によって鉛直分布が変化することが示唆された。また、草木ダム湖底質 中の放射性Csと安定同位体Csの鉛直分布を比較したところ、両者の間に同じ傾向が見られず、 安定Csが事故以前から草木ダム湖底質中に存在しているのに対し、放射性Csは底質に降下後、

上流からの流入によって下層に移行していると推測された。

- ・草木ダム湖底質及び桐生川ダム湖底質に含まれる放射性Csの化学形態は、すべてF5(ケイ酸 塩態)であり、ダム湖水をはじめとする周辺環境への影響はほとんどないことがわかった。 このことは、ダム湖内で激しい水流による撹拌によって、湖底質中の放射性Csが早期に下流 に押し流されたものと考えられる。しかし、小黒川底質の化学形態はF3及びF4が見られ、赤 城大沼湖底質と化学形態が比較的類似していた。また、放射性Csの化学形態の経時変化が見 られなかったことから、小黒川底質はダム湖内よりも環境の変化が比較的穏やかであること が推測された。
- ・赤城大沼の底質のインベントリーを広範に測定した。その結果17.2±6.6 kBq/m²であった。
- ・水生生物であるトビケラ幼虫の放射性Csレベルは検出限界以下であった。
- ・2011年5月から2014年1月にかけて採取・計測した土壌試料の分析結果から、群馬県内に降下した放射性セシウム量は文部科学省の実施した航空機モニタリング調査で示された値と整合することが明らかとなった。
- ・赤城山一帯に降下した放射性セシウムは群馬県下のほかの山間部に降下した放射性セシウム と同程度である。特別多量の放射性セシウムが赤城山一帯に降下したことを示す分析結果は 得られなかった。

(2)環境政策への貢献

<行政が既に活用した成果>

「特に記載すべき事項はない」

<行政が活用することが見込まれる成果>

「特に記載すべき事項はない」

6. 国際共同研究等の状況

「特に記載すべき事項はない」

7. 研究成果の発表状況

(1) 誌上発表

<論文(査読あり)>

- 角田欣一、相澤省一、森 勝伸、齋藤陽一、小崎大輔、小池優子、阿部隼司、伏見紅季、 鈴木究真、久下敏宏、泉 庄太郎、田中英樹、小野関由美、野原精一、薬袋佳孝、長尾誠也: 福島第一原子力発電所事故による赤城大沼を中心とする群馬県の放射性セシウム汚染につ いて、第14回「環境放射能」研究会 Proceedings, pp.205-213(2013).
- 2) 齋藤 陽一、小池 優子、松島 亮、中島 信洋、相澤 省一、角田 欣一、森 勝伸、板橋 英之: 逐次抽出試験及び溶出試験による浄水発生土中の放射性セシウムの安定性に関する評価、 分析化学、 2013, 62, 1013-1021.

<その他誌上発表(査読なし)>

「特に記載すべき事項はない」

(2) 口頭発表(学会等)

- 角田欣一、相澤省一、森 勝伸、齋藤陽一、小崎大輔、小池優子、阿部隼司、伏見紅季、 鈴木究真、久下敏宏、泉 庄太郎、田中英樹、小野関由美、野原精一、薬袋佳孝、長尾 誠也、「福島第一原子力発電所事故による赤城大沼を中心とする群馬県の放射性セシウム 汚染について」、第14回「環境放射能」研究会、2013年2月26~28日、つくば市.
- 2) 小池優子,森 勝伸,伏見紅李,齋藤陽一,小崎大輔,板橋英之,角田欣一,相澤省一,「赤城大沼の湖底質及び周辺土壌に含まれる放射性セシウムの化学形態別分析」,第73回分析化学討論会,函館市・北海道大学水産学部,2013年5月18日(若手ポスター賞受賞).
- 小池優子,森 勝伸,伏見紅李,齋藤陽一,阿部隼司,小崎大輔,板橋英之,角田欣一,相 澤省一,「群馬県東部の河川と湖の底質及び周辺土壌に含まれる放射性セシウムの分布及び 化学形態別分析」,日本分析化学会第62年会,東大阪市・近畿大学,2013年9月11日.
- 4) 阿部隼司、相澤省一、森 勝伸、佐藤記一、角田欣一、野原精一、鈴木究真「群馬県の水系 における底質と周辺土壌の放射性 Cs レベルの測定」日本分析化学会第62年会,2013年9月 10~12日,近畿大学東大阪キャンパス.
- 5) 阿部隼司、相澤省一、森 勝伸、佐藤記一、角田欣一「赤城大沼における湖底質と周辺 土壌の放射性 Csの分布と経時変化」第3回 CSJ 化学フェスタ 2013、2013 年 10 月 21~
 23 日、タワーホール船堀、東京.
- 6) 角田欣一、相澤省一、森 勝伸、齋藤陽一、小崎大輔、小池優子、阿部隼司、伏見紅季、 鈴木究真、久下敏宏、泉 庄太郎、田中英樹、小野関由美、野原精一、薬袋佳孝、長尾 誠也(2014)「福島第一原子力発電所事故による赤城大沼を中心とする群馬県の放射性 セシウム汚染について(第2報)」、第15回「環境放射能」研究会、2014年3月6~8日、 つくば市.
- 7) 森 勝伸,小池優子,小崎大輔,齋藤陽一,伏見紅李,牛込大貴,角田欣一,相澤省一,板 橋英之,野原精一,鈴木究真,久下敏宏,小野関由美,薬袋佳孝,「群馬県赤城大沼底質及 び渡良瀬川底質の放射性セシウムの分布と化学形態別分析」,第23回環境化学討論会,京都 市・京都大学,2014年5月14日.

(3) 出願特許

「特に記載すべき事項はない」

(4) シンポジウム、セミナー等の開催(主催のもの)

「特に記載すべき事項はない」

(5) マスコミ等への公表・報道等

- 朝日新聞「プロメテウスの罠(釣ったら放せ、1~20)」(H25.6.14~7.3、赤城大沼問題は6.24~29にプロジェクトメンバーらの研究活動を中心に取り上げられた。)
- 2) 朝日新聞群馬版(2014年3月9日、ワカサギ規制 解除いつ)

(6) その他

「特に記載すべき事項はない」

8. 引用文献

- 1) A. Tessier, P. G. C. Campbell, M. Bisson: Anal. Chem., 51, 844 (1979).
- 環境庁HP:要調査項目等調査マニュアル(水質、底質、水生生物)平成15年3月p24. <u>http://www.env.go.jp/water/chosa/h15-03.pdf(2014年1月アクセス).</u>
- 農林水産省農業環境技術研究所:肥料分析法-陽イオン交換容量(塩基置換容量)酢酸バリウム法.
- 小森昌史、小豆川勝見、野川憲夫、松尾基之:¹³⁴Cs/¹³⁷Cs 放射能比を指標とした福島第 一原子力発電所事故に由来する放射性核種の放出原子炉別汚染評価、分析化学, 62(2013) 475-483.
- 5) J. C. Ritchie, G. W. McCarty, Soil Till Res., <u>69 (2003)</u> 45-51.
- 原子力安全・保安院 放射性廃棄物規制課HP:原子炉等規制法におけるクリアランス制度 について.<u>http://www.meti.go.jp/committee/materials2/downloadfiles/g100117a05j.pdf</u> (2014年1月アクセス).
- 中野浩司、佐藤真弘、津田綾子、關谷 悠、森 勝伸、板橋英之:分析化学,59 (2010) 829.
- 8) 寒川喜三郎、日色和夫編著:"最新の底質分析と化学動態"、技報堂出版, pp. 135-151(1996).
- 9) H. Ghrefat, N. Yusuf: Chemosphere, 65, 2114 (2006).
- 10) 貫上佳則、毛利光男、加瀬隆雄: 土木学会論文集, 64(2008)304.
- 11) 国立環境研究所 資源循環・廃棄物研究センター: 放射性物質の挙動からみた適正な廃棄 物処理処分(技術資料)(2011) pp.17-29.
- 12) 鈴木究真、角田欣一:湖沼環境への影響と課題―群馬県・赤城大沼―、水環境学会誌,36, 3, (2013) 87-90.
- 13) 山口紀子、高田裕介、林健太郎、石川 覚、倉俣正人、江口定夫、吉川省子、坂口 敦、 朝田 景、和穎朗太、牧野知之、赤羽幾子、平舘俊太郎:土壌-植物系における放射性 Csの挙動とその変動要因",農環研報31, pp.75-129(2012).
- 14) 日本土壌肥料学会HP:3.土壌に降下したセシウムの挙動、 http://jssspn.jp/info/secretariat/post-15.html(2014年1月アクセス)
- 環境省報道発表資料:放射性物質汚染対処特措法施行規則等の公布について、 http://www.env.go.jp/press/press.php?serial=14583.(2014年1月アクセス).
- Y. Sanada, T. Matsunaga, N. Yanase, S. Nagao, H. Amano, H. Takada, Y. Tkachenko, *Appl. Radiat. Isotopes*, 56 (2002) 751–760.

17) 阿部隼司:群馬県の水系における底質と周辺土壌の放射性 Cs レベルの測定、群馬大学工 学部応用化学・生物化学科卒業論文(2012).

付録1-1 群馬県及び近県の土壌試料の放射能量及び空間	線量 ¹⁾					
No. 試料採取地点	Sub	位	置測定(GPS)	空間放射線量	放射線強度	€(µSv/h)
	No.	緯度	経度	再計測日	地上1m	地上5cm
1 榛名山・掃部ケ岳	1	36° 28' 38'	″ 138° 51'05″	2013年9月20日	0.20	0.34
2 榛名山・相馬山	2	36° 28' 28'	″ 138° 54'03″	2013年9月20日	0.07	0.09
3 赤城山・地蔵岳	3	36° 32'28'	″ 139° 10' 38″	2014年4月22日	0.10	0.12
4 群馬県農林大学校の畑	1	36° 24' 37'	″ 139° 56'55″	2013年9月20日	0.06	0.04
5 群馬県農林大学校の畑	2	36° 24' 33'	<u>139°56'57″</u>	2013年9月20日	0.06	0.06
6 荒牧キャンパス土壌No.1	1	36°25'51'	" 139° 02' 45″	2012年11月7日	0.08	0.08
7 荒牧キャンパス土壌No.2	2	36° 25' 47'	139° 02' 46″	2012年11月8日	0.05	0.07
8 荒牧キャンパス土壌No.3	3	36° 25' 43'	139° 02' 46″	2012年11月8日	0.07	0.08
9 荒牧キャンパス土壌No. 4	4	36° 25' 43'	139°02'36″	2012年11月8日	0.09	0.10
10 荒牧キャンパス土壌No.5	5	<u>36°25'55'</u>	<u>139° 02' 40″</u>	2012年11月8日	0.08	0.10
11 工学部キャンパスNo.1	1	36° 25' 21'	139° 20' 51″	2012年11月10日	0.07	0.06
12 工学部キャンパスNo.2	2	36° 25' 24'	′ 139° 20'53	2013年11月1日	0.06	0.07
13 工学部キャンパスNo.3	3	36° 25' 26'	″ 139° 20' 59″	2012年11月10日	0.08	0.09
<u>14</u> 工学部キャンパスNo.4	4	<u>36°25'23'</u>	<u>139°21'03″</u>	2012年11月10日	0.08	0.09
15 医学部(昭和)キャンパスNo.1	1	36° 24' 33'	$'' 139^{\circ} 03' 47''$	2012年11月27日	0.06	0.08
16 医学部(昭和)キャンパスNo.2	2	36° 24' 23'	″ 139° 03'46″	2012年11月27日	0.06	0.07
17 医学部(昭和)キャンパスNo.3	3	36° 24' 23'	″ 139° 03' 42″	2012年11月27日	0.08	0.09
18 医学部(昭和)キャンパスNo.4	4	36° 24' 30'	″ 139° 03'38″	2012年11月27日	0.06	0.07
19 敷島公園	5	36° 25' 01'	″ 139° 03'03″	2012年11月27日	0.08	0.10
20 荒牧キャンパスの苔の直下の土壌	2	36° 25' 51'	″ 139° 02'45″	2012年11月7日	0.08	0.08
21 菱町一丁目東公園	1	36° 24' 06'	″ 139° 21'08″	2012年12月15日	0.08	0.10
22 二子山古墳(1)	1	36° 23'20'	" 139° 11' 42″	2012年11月29日	0.07	0.09
23 二子山古墳(2)	2	36° 23' 20'	" 139° 11' 42″	2012年11月29日	0.07	0.09
24 赤城神社近くの駐車場	1	36° 28' 59′	″ 139° 10'38″	2012年12月8日	0.06	0.10
25 前橋市畜産試験場西方(1)	2	36° 27' 56′	″ 139° 06'13″	2012年11月27日	0.07	0.07
26 前橋市畜産試験場西方(2)	3	36° 27' 56'	″ 139° 06'12″	2012年11月27日	0.14	0.21
27 川内郵便局近傍交差点そば	1	36° 26' 46'	″ 139° 18'39″	2012年11月25日	0.07	0.10
28 ナーシングケア川内の杜	2	36° 28' 03'	″ 139° 20'02″	2012年11月25日	0.08	0.09
29 新里町鶴ヶ谷付近	3	36° 26' 29'	″ 139° 15'09″	2012年11月27日	0.07	0.09
30 館林市足次町(広域農道)	1	36° 16' 05'	″ 139° 32'33″	2012年12月1日	0.10	0.12
31 館林市城沼PAそば公園	2	36° 14' 40'	″ 139° 32'53″	2012年12月1日	0.08	0.08
32 館林市楠町洗堰橋	3	36° 14' 20'	″ 139° 34'11″	2012年12月1日	0.09	0.10
33 渡良瀬遊水池旧谷中村近くの公園	4	36° 13' 34'	″ 139° 40'17″	2012年12月1日	0.08	0.09
34 行田市利根大堰川原	5	36° 11' 32'	″ 139° 28'31″	2012年12月23日	0.10	0.12
35 太田市内ヶ島町(イオンモール近く)	6	36° 17' 32'	" 139° 23' 46″	2012年12月15日	0.08	0.10
36 桐生市斎場そばの空地	7	36° 22'24'	″ 139° 20'26″	2012年12月24日	0.08	0.10
37 桐生市渡良瀬川(桐生大橋下流)	8	36° 24' 19'	″ 139° 19'27″	2012年12月24日	0.09	0.12
38 鳴神山コツナギ登山口	1	36° 29' 28'	″ 139° 22'40″	2012年11月25日	0.13	0.19
39 鳴神山樹徳高校登山口	2	36° 29' 02'	" 139° 22'44″	2012年11月25日	0.13	0.18
40 梅田中学校対岸の墓地	3	36° 27' 20'	″ 139° 23'08″	2013年11月1日	0.07	0.08
41 皆沢川合流地点	4	36° 28' 03'	″ 139° 25'34″	2012年11月25日	0.11	0.13
42 梅田北小学校跡地	5	36° 30' 44'	″ 139° 24'60″	2012年11月25日	0.17	0.20
43 石鴨(三境線の桐生側始点)	6	36° 32' 02'	″ 139° 26'12″	2012年11月25日	0.19	0.22
44 三境線の途中の砕石捨て場	7	36° 31' 48'	″ 139° 25'19″	2012年11月25日	0.22	0.26
45 足尾銅親水公園駐車場そば	8	36° 40' 36'	″ 139° 26'29″	2013年10月9日	0.25	0.40
46 足尾銅親水公園記念碑前	10	36° 40' 34'	″ 139° 26'25″	2013年10月9日	0.20	0.24
47 草木湖ダムサイト (みかげ原展望地)	11	36° 34'01'	" 139° 22' 47″	2013年1月13日	0.20	0.22
48 みどり市東町花輪付近(122号線沿い)	12	36° 31'28'	″ 139° 18'33″	2013年1月13日	0.14	0.17
49 桐生市黒保根小学校入り口	13	36° 30' 28'	" 139° 17' 15″	2013年1月13日	0.09	0.14
50 桐生市黒保根町八木原付近	14	36° 29' 52'	″ 139° 16' 39″	2013年1月13日	0.08	0.13
51 みどり市大間々町ながめの駐車場	15	36° 26' 04'	″ 139° 16' 46″	2012年11月27日	0.09	0.10
52 桐生市川内町崇神寺入り口	1	36° 26' 08'	″ 139° 19'06″	2013年11月1日	0.08	0.09
53 みどり市胡桃貝戸	2	36° 28' 40'	″ 139° 17' 39″	2012年11月25日	0.09	0.10
54 みどり市狸原付近	3	36° 29' 47'	″ 139° 19'32″	2012年11月25日	0.10	0.12
55 みどり市水道局資材置き場	4	36° 24' 33'	″ 139° 16' 49″	2012年12月24日	0.10	0.10
56 太田市笠懸幼稚園駐車場そば	5	36° 23' 20'	″ 139° 16' 49″	2012年12月24日	0.08	0.10
57 太田市大原町仲交差点付近	6	36° 21'23'	″ 139° 17' 22″	2012年12月24日	0.06	0.06
58 みどり市笠懸町阿左美付近	7	36° 23' 25'	″ 139° 18' 34″	2012年12月24日	0.06	0.07
59 桐生市相生町	8	36° 25' 26'	″ 139° 18' 24″	2012年12月8日	0.08	0.09
60 足利市小俣町叶花付近	9	36° 23' 53'	″ 139° 23'00″	2012年12月9日	0.07	0.10
61 桐生市群馬大学グラウンド	10	36° 24' 20'	″ 139° 21'41″	2013年1月13日	0.05	0.06
62 桐生市菱町東公園(1)	11	36° 24' 06'	″ 139° 21'08″	2012年12月15日	0.08	0.10
63 桐生市菱町東公園(2)	12	<u>36° 24</u> '06'	″ <u>139° 21</u> '08″	2012年12月15日	0.08	0.10
64 栃木県足尾町神子内	1	36° 40' 29'	″ 139° 29'00″	2013年7月31日	0.20	0.22
65 日光市いろは坂の登り口	2	36° 44' 14'	″ 139° 31' 47″	2013年7月31日	0.15	0.16
66 日光市湯ノ湖湖畔	3	36° 48' 25'	″ 139° 25'20″	2013年7月31日	0.10	0.11
67 利根郡片品村 菅沼 (白根山の登山口)	4	36° 49' 13'	" 139° 22' 48″	2013年7月31日	0.06	0.08
68 利根郡片品村 丸沼高原スキー場駐車場	5	36° 49' 01'	″ 139° 19' 46″	2013年7月31日	0.08	0.09
69 利根郡片品村 元水資源公団出張所跡	6	36° 46' 33'	″ 139° 13' 44″	2013年10月7日	0.07	0.10
70 利根郡片品村 摺渕付近	7	36° 44' 30'	″ 139° 12' 37″	2013年10月9日	0.09	0.14

71 利根郡片品村 花咲付近	8	36° 45' 07″	139° 10' 43″	2013年10月9日	0.11	0.16
72 利根郡川場村 川場湯原付近(川場牧場近く)	9	36° 44' 14''	139° 08'11″	2013年10月9日	0.11	0.15
73 利根郡川場村 川場村役場近く	10	36° 41' 48"	139°06'29″	2013年10月9日	0.19	0.30
74 利根郡川場村 川場中学校近く	11	36° 41' 57″	139° 06' 41″	2013年10月9日	0.08	0.09
75 利根郡川場村 川場中学校近く	12	36° 41' 57″	139° 06' 41″	2013年10月9日	0.08	0.09
76 沼田市久屋原町(道の駅西方500m)	13	36° 39' 48″	139°06'56″	2013年10月9日	0.13	0.25
77 沼田市沼田駅西(国道17号線沿いの空地)	14	36° 38' 34″	139° 02'03″	2013年9月27日	0.09	0.12
78 沼田市根利町 日影南郷	15	36° 37' 37″	139° 11'09″	2013年10月9日	0.06	0.08
79 沼田市根利町 根利	16	36° 36' 37″	139° 13' 51″	2013年10月9日	0.14	0.19
80 桐生市黒保根町下田付近	17	36° 33' 20″	139° 15' 26″	2013年10月9日	0.15	0.20
81 八坂橋北の交差点	1	36° 24' 16''	139° 20' 43″	2012年11月10日	0,06	0.07
82 日限地蔵院近くの空き地	2	36° 24' 36″	139° 20' 50″	2012年11月10日	0.07	0.10
83 昭和幼稚園近くの空き地	3	36° 24' 54″	139° 20' 52″	2012年11月10日	0.06	0.07
84 西中学校跡のグラウンド	4	36° 24' 59″	139° 20' 10″	2012年11月10日	0, 06	0.05
85 桐生高校北の空き地(マルブ)	5	36° 24' 34″	139° 19' 49″	2012年11月10日	0.08	0.10
86 錦町ロータリー車	6	36° 24' 11″	139° 20' 06″	2012年11月10日	0.00	0.08
87 昭和橋北の交差占 (コンテナ置き場)	7	$36^{\circ} 23' 37''$	139° 20' 36″	2012年11月10日	0.08	0.08
88 梅田町桐生女子高北(カインズホーム)	1	36° 23' 17″	139° 21' 32″	2012年11月10日 2012年11日25日	0.09	0.10
80 梅田南小学校近くの空き地	2	$36^{\circ} 27' 02''$	139° 22' 38″	2012年11月20日 2012年11日25日	0.03	0.10
00 桐生川ダム下	3	36° 28' 25″	$130^{\circ} 24' 22''$	2012年11月20日 2012年11日25日	0.06	0.00
01 根本山登山道(登山編入り口から500m)	4	36° 32' 14″	130° 26' 28″	2012年11月25日	0.00	0.01
91 低本田豆田道(豆田駒八り日から500m) 09 石鴫(三倍線の堀上側地占)		36° 32' 14	130° 26' 19″	2012年11月25日	0.17	0.20
- 32 11 Tia (二- 現称の1 (1) 11 (1) (1)	C C	36° 31' 20″	139 20 12 130° 26' 10″	2012年11月20日 2019年11日95日	0.19	0.22
04 培養近くの準定地(現在113/05)	0	26° 20' 40″	120° 21' 57"	2012年11月23日	0.28	0.45
75 児崎辺、ワ垣风地(個生川石V) 05 小児 黄鹿珠浜くのな羊ち	1	00 22 48	109 21 01 100° 00' 16″	2012年11月10日	0.07	0.08
	2	36 21 32	139 23 16	2012年12月9日	0.09	0.10
96 太田田吉沢町 (かたくりの里)	3	36 20 28	139 22 32	2012年12月9日	0.08	0.10
97 太田巾新田巾野井町(生品神社四)	4	36 19 05	139 18 13	2012年12月24日	0.06	0.07
98 太田中新田大町父差点(セノジイレノジ)	5	36 19 20	139 16 52	2012年12月24日	0.07	0.08
99 伊勞崎市境平塚付近	6	36 15 21	139 16 28	2012年12月24日	0.05	測定できす
100 伊勢崎市島村町(埼玉県側)	- 7	36° 14' 47"	139° 14' 49″	2012年12月24日	0.07	0.09
101 深谷市血洗島 (緒万家裏の公園)	8	36° 14' 04″	139° 15' 38″	2012年12月24日	0.06	0.08
102 深谷市榛沢(高砂食品駐車場)	9	36° 13' 10"	139° 12' 32″	2012年12月24日	0.06	0.07
103 岡部変電所そはの川の堤防	10	36° 13' 22″	139° 12' 38″	2012年12月24日	0.06	0.07
104 伊勢崎市富塚町富塚公園	11	36° 16' 29"	139° 11' 46″	2013年11月2日	0.06	0.07
105 伊勢崎市北千木町	12	36° 18′ 19″	139° 13′ 12″	2013年11月2日	0.05	0.07
106 伊勢崎市田部井町	13	36° 21′ 00″	139° 15′ 20″	2013年11月2日	0.06	0.06
107 草津町殺生ヶ原ローブウエーの駐車場	1	36° 37′ 44″	138° 33′ 49″	2013年9月25日	0.07	0.11
108 草津白根山弓池ほとりの遊歩道	2	36° 38′ 14″	138° 31′ 55″	2013年9月26日	0.04	0.04
109 万座温泉(その1)道路際	3	36° 38′ 17″	138° 30′ 40″	2013年9月25日	0.03	0.04
110 万座温泉(その2)″空吹″近くの駐車場	4	36° 38′ 04″	138° 30′ 32″	2013年9月25日	0.03	0.04
111 草津町リゾートマンション横	5	36° 37′ 18″	138° 35′ 11″	2012年2月25日	0.08	0.09
112 草津町頌徳(しょうとく)公園	6	36° 37′ 21″	138° 36′ 02″	2012年2月25日	0.08	0.09
113 暑坂高原キャンプ場近くの二叉路	7	36° 36′ 37″	138° 40′ 22″	2013年9月24日	0.10	0.13
114 若山牧水記念碑	8	36° 36' 10″	138° 41' 04″	2013年9月24日	0.20	0.32
<u>115</u> 市城駅近くの道路際	9	36° 33' 58″	138° 53' 35″	2013年9月24日	0.10	0.15
116 前橋市馬場町(粕川そばの空地)	1	36° 26' 19″	139° 12' 08″	2012年11月8日	0.07	0.07
117 前橋市鼻毛石町(赤城寺の近く)	2	36° 26' 24″	139° 10' 19″	2012年11月8日	0.07	0.07
118 前橋市柏倉町(荒砥川:セブンイレブン近く)	3	36° 26' 42″	139° 09' 59″	2012年11月8日	0.08	0.09
119 前橋市滝窪町(廃屋のとなり)	4	36°26'29″	139° 08' 33″	2012年11月8日	0.09	0.10
120 前橋市小坂子町(交差点から渋川方面へ500m)	5	36° 25' 54″	139°06'47″	2012年11月8日	0.06	0.07
121 富士見町原之郷(赤城白川の近く)	6	<u>36° 26' 17″</u>	139° 04' 22″	2012年11月27日	0.05	0.06
122 邑楽郡邑楽町狸塚	1	36° 14' 06''	139° 28' 03″	2012年12月15日	0.07	0.09
123 羽生市西公園(小須賀付近)	2	36° 10' 52″	139° 31' 20″	2012年12月1日	0.06	0.08
124 羽生市本川俣(自宅跡地)	3	36° 10' 55″	139° 32' 09″	2012年12月1日	0.06	0.07
125 羽生市北荻島付近	4	36° 10' 15″	139° 34' 32″	2012年12月1日	0.09	0.11
126 羽生市下羽生	5	36° 10' 08"	139° 33' 05″	2012年12月1日	0.07	0.08
127 館林市小桑原町	6	36° 14' 01"	139° 31'13″	2012年12月15日	0.07	0.09
128 邑楽郡大泉町朝日付近	7	36° 15'06″	139° 25' 37″	2012年12月23日	0.10	0.01
129 太田市南矢沢町	8	36° 15' 35″	139° 22' 52″	2012年12月23日	0.08	0.09
130 伊勢崎市(中華楼跡)	1	36° 22' 50″	139° 15' 12″	2012年11月9日	0.08	0.09
131 伊勢崎市赤堀今町	2	36° 22'46″	139° 11' 42″	2012年11月29日	0.07	0.09
132 前橋市上泉町	3	36° 23' 54″	139° 07'03″	2012年11月29日	0.05	0.05
133 前橋市上沖町	4	36° 24' 36″	139° 05'33″	2012年11月29日	0.05	0.06
134 忠治温泉そば	1	36° 29' 44″	139° 11'05″	2012年11月27日	0.14	0.18
135 赤城小沼湖畔	2	36° 32'14″	139° 11'11″	2012年12月8日	0.10	0.15
136 赤城山頂駅(ロープウエイ)の駐車場	3	36° 32' 28"	139° 11'35″	2012年12月8日	0.10	0.15
137 赤城神社の西の駐車場	4	36° 33' 16"	139° 11'02"	2012年12月8日	0.08	0.10
138 赤城少年自然の家の東約500mの湖畔(キャンプ場)	5	36° 33'28″	139° 10' 26″	2012年12月8日	0.17	0.23
139 青木旅館の北約200m(北西側駐車場)	6	36° 33'21″	139° 10'14″	2012年12月8日	0.15	0.18
140 赤城バンガロー村の駐車場	7	36° 32'47"	139° 11'05″	2012年12月8日	0.13	0.20

141 赤城第一スキー場の駐車場(ロープウエーの下)	8	36°	32'47″	139° 11'01″	2012年12月8日	0.17	0.20
142 渋川市渋川明保野	9	36°	29' 52″	138° 57'19″	2013年9月20日	0.06	0.06
143 渋川市伊香保町	10	36°	29' 30″	138° 54' 13″	2013年9月20日	0.12	0.13
144 高崎市様名湖町 (その1)	11	36°	28'18"	138° 53'01″	2013年9月20日	0.10	0.12
145 百岐古接夕湖町(その9)	19	260	20 10	100° 50' 01 120° 50' 10″	2010年0月20日	0.10	0.12
143 同啊 印候 1 ($(0, 2)$) 1 ($(2, 0, 2)$)	12	000	20 40	100 02 19	2013年9月20日	0.12	0.11
146 高崎巾榛名湖町 (その3)	13	36	28 42	138 51 41	2013年9月20日	0.11	0.12
147 高崎市榛名山町(その1)	14	36°	27 01"	138° 50′ 49″	2013年9月20日	0.06	0.07
148 高崎市榛名山町(その2)	15	36°	26'00″	138° 49' 47"	2013年9月20日	0.06	0.07
149 高崎市下室田町	16	36°	23' 02″	$138^{\circ} 53'24''$	2013年9月20日	0.09	0.13
150 吉岡町上野田	1	36°	27'12"	138° 59' 18″	2013年10月31日	0.06	0.10
151	2	36°	26'23"	138° 58' 53″	2013年10日31日	0.03	0.04
159 宜広古伊油田町	2	260	20 20	120° 50' 00″	2013年10月31日	0.05	0.04
152 同門日本後田門	3	00°	23 01	100° 50' 44″	2013年10月31日	0.00	0.00
153 尚崎田英畑町四明座	4	30	24 50	138 56 44	2013年9月20日	0.11	0.12
154 局崎市卜小場町	5	36°	20 43	138° 58' 49"	2013年10月31日	0.06	測定せす
155 高崎市飯塚町	6	36°	20'31″	139° 00' 13″	2013年10月31日	0.04	測定せず
156 伊勢崎市韮塚町	1	36°	18' 35″	139° 10'23″	2013年11月2日	0.05	0.05
157 前橋市駒形町	2	36°	20' 52″	139° 08' 04"	2013年11月2日	0.05	0.07
158 前橋市公田町	3	36°	20' 37″	139° 04' 55″	2013年11月2日	0.04	0.06
150 周 「 ダ ム サ イ ト 近 く (辺 田 市 利 根 町 周 「)	1	36°	39'21"	139° 10' 55″	2013年10月7日	0.06	0.08
160 老袖泪自(辺田古利祖町老袖)	- 1	260	40'20"	100° 10' 00″	2013年10月7日	0.00	0.00
	2	00	40 49	100 10 01"	2013年10月1日	0.08	0.11
101 石仲温泉(沿田巾利恨町尚尸谷)	3	36	41 03	139 12 31	2013年10月7日	0.09	0.11
162 沿田市利根町追貝	4	36°	42 34"	139 12 36	2013年10月7日	0.09	0.11
163 片品温泉(片品村土出)	5	36°	48' 59″	139° 14' 17″	2013年10月7日	0.08	0.18
164 大清水(片品村戸倉)	6	36°	52'41″	139° 18' 29″	2013年10月7日	0.07	0.10
165 戸倉温泉(片品村戸倉)	7	36°	50'23″	139° 14' 40"	2013年10月7日	0.11	0.17
166 椎坂峠(沼田市利根町園原)	8	36°	39'16"	139° 10' 20″	2013年10月9日	0.12	0.13
167 涩田市白沢町真正	0	260	40' 10"	130° 00' 13″	2013年10月0日	0.12	0.10
107 伯田市口代町同十	10	0.00	40 15	100° 00' 00″	2013年10月9日	0.13	0.20
100 佰田印日沢町工百譜又	10	30	40 32	139 08 02	2013年10月9日	0.13	0.28
169 駅の追近くの交差点 (川場村秋室)	11	36°	41 17	139° 06' 30"	2013年10月9日	0.15	0.17
170 いわた橋(川場村萩室)	12	36°	41'38″	139°06'35″	2013年10月9日	0.14	0.26
171 中学校バックネット裏(川場村)	13	36°	41'46″	139° 06' $37''$	2013年10月9日	0.08	0.09
172 川場温泉(川場村川場湯原)	14	36°	42'41"	139° 06' 46''	2013年10月9日	0.25	0.33
173 中川場神社(川場村門前)	15	36°	41'31″	139° 05' 40''	2013年10月9日	0.19	0.34
174 川場スキー場第2 駐車場 (川場村川場湯原) その1	16	36°	45' 53″	139° 06' 21″	2013年10月9日	0.16	0.27
175 川坦フキー坦第9駐車坦(川坦村川坦温原)その9	17	360	45' 54"	$130^{\circ} 06' 21''$	2013年10月9日	0.10	0.21
175 川物ハイ 物力と趾半物 (川物竹川物彻床) ている	10	26°	40 04	139 00 21	2013年10月9日	0.20	0.21
170 川場へて一場、11 、 歴中 (川場)の(川)	10	000	44 32	100 00 22	2013年10月9日	0.10	0.40
	19	30	41 52	139 04 35	2013年10月9日	0. 22	0.27
178 玉原砌駐車場(沼田市上発地町)	20	36	46 52	139 04 11	2013年10月9日	0.14	0.16
179 森林公園21世紀の森(沼田市上発地町)	21	36°	44′41″	139° 04′ 26″	2013年10月9日	0.21	0.23
180 交差点そば(沼田市上発地町)	22	36°	43'08″	139° 03' 50″	2013年10月9日	0.21	0.25
181 沼田市岡谷町	23	36°	39' 53″	139° 03' 42″	2013年10月9日	0.10	0.19
182 鳩待峠入り口(片品村戸倉)	1	36°	52'14"	139° 11' 27″	2013年10月7日	0.09	0.10
183 坤六峠(こんろくとうげ)(片品村戸倉)	2	36°	51'32″	139° 11'11″	2013年10月7日	0.06	0.10
184 奥利根水源の森(みなかみ町藤原)	3	36°	50'54″	139° 10' 19″	2013年10月7日	0.05	0.06
185 照葉峡(てるはきょう) (みなかみ町藤原)	4	36°	50'40″	139° 07' 56″	2013年10月7日	0.10	0.18
186 奈良俣ダム (みたかみ町藤原)	5	36°	52' 33″	139° 05' 15″	2013年10月7日	0.15	0.25
187 須田目ダム (ひわかひ町藤百)	6	360	51'54″	130° 03' 31"	2013年10月7日	0.16	0.23
100 空川泪白 1 0 日 (7, なかて町都広)		200	51 04 50' 19"	120° 02' 07″	2010年10月7日	0.10	0.23
100 玉川値永八り日 (みながみ町藤原)	1	30	50 12	139 03 07	2013年10月7日	0.12	0.17
109 膝尿ダムリイト (みなかみ町膝尿)	8	36	48 60	139 03 14	2013年10月1日	0.14	0.20
190 大八 (交差点そは) (みなかみ町大穴)	9	36°	47 58″	138° 59′ 12″	2013年10月7日	0.18	0.25
191 土台駅近く(みなかみ町湯檜曽)	10	36°	50'06″	138° 57'58″	2013年10月7日	0.20	0.30
192 水上駅(みなかみ町鹿野沢)	11	36°	46'51″	138° 58'08″	2013年10月7日	0.20	0.22
193 上牧駅西 (みなかみ町上牧)	12	36°	44' 08"	138° 58' 56″	2013年10月7日	0.16	0.17
194 上手高原駅(みなかみ町月夜野)	13	36°	41' 37″	138° 58' 47"	2013年9月27日	0.08	0.10
195 法師温泉 (500m南) (みたかみ町永井)	14	36°	44' 22"	138° 49' 50″	2013年9月27日	0.12	0.13
106 法所追京 $(000 m R)$ $(0, 4, 7, 0, 7, 7, 7, 7, 7, 7, 7, 7, 7, 7, 7, 7, 7,$	15	260	11 22	100° 51' 20″	2010年0月27日	0.12	0.10
100 本公祖(7,4,5,7,町待,吉)	10	00	49' 47"	100 01 00	2010年9月21日 2012年0月27日	0.09	0.12
197 赤谷湖 (みながみ可娘ケ泉)	16	30	43 47	138 53 32	2013年9月27日	0.13	0.18
198 「 770 日本 198 「 770 日本 198 日本 198 日本 198 日本 198 日本 198 日本 198 日本 198 日本 198 日本 198 日本 	17	36	40 50	138 56 45	2013年9月27日	0.07	0.08
199 中山交差点(高山村中山)	18	36°	37138	138° 57′ 15″	2012年12月25日	0.08	0.10
200 局山村役場(高山村中山)	19	36°	37 17"	138 56 29"	2012年12月25日	0.10	0.14
201 川田小学校西1km(沼田市尾形原町)	20	36°	37' 28″	139°01'30″	2013年9月24日	0.07	0.09
202 昭和村川額	21	36°	36' 26″	139° 03'08″	2013年9月24日	0.05	0.06
203 北橘歴史資料館(渋川市北橘町真壁)	1	36°	28' 49"	139° 02'06″	2012年12月25日	0.08	0.11
204 子持総合支所 (渋川市吹屋)	2	36°	31'12"	139° 00' 41″	2013年10月31日	0.10	0.12
205 上毛森林C.C. (渋川市小野子)	3	36°	34' 29″	139° 58' 15″	2012年12月25日	0. 27	0.34
206 群馬天文台入口 (高山村中山)		36°	35' 34"	138° 58' 11″	2012年12月25日	0.20	0.33
207 構尼 (山之冬町構)	г Д	260	35'19"	138° 51' 45″	2012年12月25日	0.10	0.00
208 由う冬喜校 (由う冬町由う冬)	С С	260	35'94"	138° 50' 50″	2012年12月25日 2019年19月95日	0.10	0.12
200 〒 仁木 回 () て 仁木 「) て 仁木 / 200 町 万 泪 白 上 却 の 送 吹 欧 (中 ラ 冬 町 町 て)		00	41' 19"	190° 46' 10″	2012年12月20日 2012年4月2日	0.09	0.13
209四刀	1	30	41 13	138 46 12	2013年4月3日	0.22	0.26
210 四万温永の八り日(甲乙余町四万)	8	36	40 17	138 47 15	2013年4月3日	0.13	0.15

211 澤田小学校西方(中之条町下沢渡)	9	36° 36' 40″	$138^{\circ} 47' 12''$	2013年9月24日	0.11	0.15
212 郷原駅(東吾妻町郷原)	10	36° 33' 07″	138° 48'31″	2012年12月25日	0.12	0.35
213 岩下駅(東吾妻町岩下)	11	36° 33' 49″	138° 45' 28"	2012年12月25日	0.07	0.01
214 川原湯温泉入り口(東吾妻町川原湯)	12	36° 33'10″	$138^{\circ} 42'24''$	2012年12月25日	0.05	0.07
215 長野原草津口駅(長野原町長野原)	13	36° 32' 45″	138° 39'04″	2012年12月25日	0.07	0.09
216 太子(龍澤寺) (六合村日影)	14	36° 36' 49″	138° 37' 25″	2013年9月24日	0.07	0.08
217 野反湖その1 (六合村入山)	15	36° 41' $34''$	138° 39'18″	2013年9月24日	0.08	0.09
218 野反湖その2 (六合村入山)	16	36° 43' 12"	138° 38' 38″	2013年9月24日	0.08	0.10
219 花敷温泉(六合村入山)	17	36° 39' 02″	138° 39'05″	2013年9月24日	0.11	0.16
220 湯の平温泉(六合村入山)	18	36° 36' 53″	138° 38' 26″	2013年9月24日	0.09	0.10
221 草津C.C.北(草津町前口)	1	36° 35' 15″	$138^{\circ} 34'28''$	2013年9月25日	0.06	0.09
222 万座温泉ハイウエーそば(嬬恋村門貝)	2	36° 33' 52″	138° 31' 49″	2013年9月25日	0.04	0.05
223 バラギ湖畔 (嬬恋村千俣)	3	36° 32' 38″	138° 28' 55″	2013年9月25日	0.07	0.08
224 田代湖の西方(嬬恋村田代)	4	36° 29' 37″	138° 26' 19″	2013年9月25日	0.04	0.05
225 上田市菅平入り口(上田市真田町長)	5	36° 29' 48″	$138^{\circ} 23' 20''$	2013年9月25日	0.03	0.04
226 鳴岩橋北東500m (嬬恋村大笹)	6	36° 29' 57″	138° 29' 59″	2012年12月26日	0.09	0.10
227 鬼押し出し北方 (嬬恋村鎌原)	7	36° 29' 22″	138° 30' 45″	2012年12月26日	0.08	0.10
228 牧野宮神社(長野原町北軽井沢)	8	36° 27' 55″	138° 35' 02″	2012年12月26日	0.05	0.05
229 駒髪山東方(高崎市倉渕町川添)	9	36° 26' 23″	138° 38' 50″	2012年12月26日	0.09	0.09
230 目印無し(高崎市倉渕町川添)カーブ51の標識	10	36° 26' 18″	138° 40' 06″	2012年12月26日	0.11	0.13
231 倉渕支所(高崎市倉渕町三ノ倉)	11	36° 25' 31″	138° 47' 28″	2012年12月26日	0.13	0.18
2.32 倉渕中央小学校北方 (倉渕町権田)	12	36° 27' 05″	138° 46' 18″	2012年12月26日	0.09	0.21
233 古賀良山西方約3km (東吾妻町大戸)	13	36° 30' 07″	138° 46' 34″	2012年12月26日	0.11	0.16
234	14	36° 30' 11″	$138^{\circ} 41' 30''$	2012年12月26日	0.08	0.10
235 大津交差占 (長野原町大津)	15	36° 33' 12″	$138^{\circ} \ 37' \ 03''$	2012年12月25日	0.08	0.11
236 万座鹿沢口駅 (嬬恋村三原)	16	36° 32' 15″	138° 33' 06″	2012年12月26日	0.10	0.15
237 甘津セミナーハウス東(甘津町甘津)	1	36° 37' 50″	138° 36' 04″	2012年12月26日	0.09	0.10
238 西中学校グラウンド構(長野頂町広ゑ)	2	36° 30' 06″	138° 35' 22″	2012年12月20日 2013年9月26日	0.05	0.08
239 軽井沢駅東方 (軽井沢町軽井沢)	3	$36^{\circ} 20' 40''$	138° 39' 00″	2013年9月26日	0.09	0.09
240 碓井湖東方 (安中市松井田町坂木)	4	$36^{\circ} 21' 19''$	138° 42' 33″	2013年9月26日	0.09	0.15
241 霧積温泉 (安中市松井田町坂本)	5	$36^{\circ} 24' 00''$	$138^{\circ} 40' 27''$	2013年9月26日	0.14	0.15
242 五料平 (安中市松井田町五料)	6	36° 19' 25″	$138^{\circ} 46' 02''$	2012年12月26日	0.11	0.20
243 高巨谷山北東1km (安中市松井田町上谷田)	7	$36^{\circ} 22' 41''$	138° 45' 34″	2012年12月26日	0.19	0.38
244 秋間梅林 (安中市上後閉)	8	$36^{\circ} 21' 04''$	138° 49' 37″	2012年12月26日	0.10	0.13
245 磯部入り口 (安中市郷原)	9	36° 18' 29″	138° 50' 53″	2012年12月26日	0.09	0.08
246 碓井病院入り口交差点(安中市原市)	10	36° 18' 47"	138° 51' 32″	2012年12月26日	0.07	0.09
247 板島変電所 (安中市中宿)	11	36° 19' 60″	138° 55' 18″	2012年12月20日	0.01	0.03
248 字伝寺而方 (古井町上悤亚)	12	36° 17' 51"	138° 57' 31″	2012年12月20日 2012年12月27日	0.00	0.09
249 岩戸小学校 (吉井町下風亚)	13	36° 16' 20″	138° 58' 05″	2012年12月27日	0.01	0.06
250 吉井町役場 (吉井町吉井)	14	36° 15' 09″	138° 59' 24″	2012年12月27日	0.00	0.05
251 七興山古墳東方 (藤岡市本動党)	15	36° 15' 52″	$139^{\circ} \ 02' \ 52''$	2013年11月2日	0.01	0.08
252 新町駅東方(高崎市新町)	16	36° 16' 18″	139° 06' 28''	2013年11月2日	0.06	0.06
253 宮岡駅西 (宮岡市宮岡)	1	36° 15' 47″	138° 53' 40″	2013年9日26日	0.00	0.00
250 国内(K) (国内市国内) 254 下仁田駅南 (下仁田町下仁田)	2	36° 12' 37"	$138^{\circ} \ 47' \ 22''$	2010年3月20日 2012年12月27日	0.00	0.15
255 物語山西方 (下仁田町南野牧)	3	36° 14' 15″	$138^{\circ} 40' 37''$	2012年12月21日 2012年12月27日	0.08	0.12
256 南牧小学校南(南牧村千百)	4	36° 10' 20"	$138^{\circ} 44' 08''$	2012年12月27日 2012年12月27日	0.00	0.12
250 尚 () 泥 沮 息 () 野 村 綸 百)	5	36° 06' 34″	138° $43'06''$	2012年12月21日 2019年19日97日	0.12	0.21
257 塩ノ (八血永 (上野石))	6	36° 04' 50″	138° 46' 32''	2012年12月21日 2019年19日97日	0.13	0.13
250 青洗 (油滋町青洗)	7	36° 05' 52″	$138^{\circ} 52'28''$	2012年12月21日 2019年19日97日	0.13	0.13
260 白石山東方(神流町塩沢)	8	36° 08' 02″	138° 52' 09″	2013年11日9日	0.09	0.05
261 オドケ山北西方 (藤岡市ト日野)	9	36° 09' 57″	138° 52' 40″	2012年19日97日	0.00	0.12
262 藤岡温泉(C 北甫方 (藤岡市上日君)	10	36° 11' 28″	138° 57' 30″	2012年12月27日	0.10	0.10
263 鮎川湖西方(藤岡市全井)	11	36° 12' 48″	138° 01' 37″	2012年12月21日 2012年19日97日	0.09	0.09
264 八恒温泉 (藤岡市海注寺)	11	36° 10' 97″	130° 03' 91″	2012年12月21日 2013年11日9日	0.00	0.00
265 袖流湖畔 (藤岡市保美濃山)	12	36° 08' 21″	139° 00' 45″	2013年11日9日	0.03	0.00
266 高崎百研 (高崎市線貫町)	14	36° 18' 11″	138° 04' 30″	2013年11月2日	0.04	0.00
1) 266試料中17試料け群軍県の近星(協士県 栃木県	臣 臣	の群馬風に活		2010 T11/12 H	0.00	0.00
1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1	N 21 2151		· · · · · · · · · / / / / / / / / / / /			

			11.617	+ (- /)	1 (Jacob 1 1 1 1		11 61 11 -		
No.	試料採取地点	土壤試料	放射線強	要(μSv/h)	土壤試料	土壌の)放射能量	(Bq/kg)	Cs-134
1	海々山・県如ヶ丘	<u> </u>	<u>地上1m</u>	地上5cm 測空サブ	計測月日	Cs-134	Cs-137	台量	Cs-137
2	傑名山・加部クロ 榛名山・相馬山	2011年5月21日 2011年5月21日	0.00		5月24日	5240	5630	10870	0.91
3	赤城山・地蔵岳	2011年5月22日	0. 22	測定せず	5月25日	3240	340	660	0.94
4	群馬県農林大学校の畑	2011年5月25日	測定せず	測定せず	5月30日	35	45	80	0.78
5	群馬県農林大学校の畑	2011年5月25日	測定せず	測定せず	5月31日	100	110	210	0.91
6	荒牧キャンパス土壌No.1	2011年5月26日	0.11	0.16	5月31日	1080	1170	2250	0.92
7	荒牧キャンパス土壌No.2	2011年5月26日	0.08	0.11	6月1日	350	380	730	0.92
	元牧キャンパス土壌No.3 苦牧キャンパス土壌No.4	2011年5月26日	0.11	0.16	6月1日	890	970	1860	0.92
10	元仅イヤンパス上場No.4 芸牧キャンパス十塩No.5	2011年5月26日	0.11	0.15	6月2日	140	170	310	0.82
11	1.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1.	2011年5月20日 2011年5月27日	 測定せず	0.15	6月3日	120	130	250	0. 18
12	工学部キャンパスNo.2	2011年5月27日	測定せず	0.18	6月5日	410	450	860	0.91
13	工学部キャンパスNo.3	2011年5月27日	測定せず	0.22	6月6日	150	170	320	0.88
14	工学部キャンパスNo.4	2011年5月27日	測定せず	0.15	6月7日	310	340	650	0.91
15	医学部(昭和)キャンパスNo.1	2011年5月26日	0.11	0.12	6月8日	390	440	830	0.89
16	医学部(昭和)キャンパスNo.2	2011年5月26日	0.11	0.15	6月9日	670	720	1390	0.93
17	医字部(昭和)キャンパスNo.3	2011年5月26日	0.11	0.16	6月11日	270	300	570	0.90
10	医子前 (昭和) イヤンパスNO.4 動良公園	2011年5月26日	0.11	0.14	6月19日	600	750	1220	0.91
20	荒牧キャンパスの苔の直下の十壌	2011年5月20日 2011年6月2日	 測定せず	0.13 測定サず	6月21日	1220	1340	2560	0.92
21	麦町一丁目東公園	2011年6月24日	測定せず	測定せず	6月30日	280	310	590	0.90
22	二子山古墳(1)	2011年6月26日	0.08	0.09	7月1日	430	470	900	0.91
23	二子山古墳 (2)	2011年6月26日	0.08	0.09	7月2日	65	80	150	0.81
24	赤城神社近くの駐車場	2011年6月27日	0.14	0.16	7月2日	2060	2230	4290	0.92
25	前橋市畜産試験場西方(1)	2011年6月27日	0.08	0.09	7月3日	130	140	270	0.93
26	前橋市畜産試験場西方(2)	2011年6月27日	0.14	0.26	7月4日	1410	1540	2950	0.92
27	川内郵便局近傍父左忌ては ナーシングケア川内の社	2011年7月4日	0.09	0.14	7月4日	170	190	360	0.89
20	新里町鶴ヶ谷付近	2011年7月4日 2011年7月4日	0.09	0.12	7月5日	1020	1120	2140	0.80
30	館林市足次町(広域農道)	2011年7月3日	0.03	0.11	7月6日	380	420	800	0.90
31	館林市城沼PAそば公園	2011年7月3日	0.10	0.11	7月6日	400	460	860	0.87
32	館林市楠町洗堰橋	2011年7月3日	0.09	0.15	7月7日	700	760	1460	0.92
33	渡良瀬遊水池旧谷中村近くの公園	2011年7月3日	0.10	0.12	7月7日	300	320	620	0.94
34	行田市利根大堰川原	2011年7月3日	0.10	0.11	7月9日	210	250	460	0.84
35	太田市内ヶ島町(イオンモール近く)	2011年7月3日	0.07	0.11	7月9日	240	260	500	0.92
30		2011年7月3日	0.11	0.14	7月9日	490	550	1040	0.89
38	一一一一一一一一一一一一一一一一一一一一一一一一一一一一一一一一一一一	2011年7月3日 2011年7月2日	0.11	0.14	7月10日	1490	1690	3180	0.90
39	鳴神山樹徳高校登山口	2011年7月2日	0.23	0.28	7月11日	1720	1930	3650	0.89
40	梅田中学校対岸の墓地	2011年7月2日	0.09	0.11	7月11日	32	46	78	0.70
41	皆沢川合流地点	2011年7月2日	0.10	0.14	7月12日	680	750	1430	0.91
42	梅田北小学校跡地	2011年7月2日	0.23	0.28	7月12日	750	840	1590	0.89
43	石鴨(三境線の桐生側始点)	2011年7月2日	0.23	0.39	7月13日	8490	9460	17950	0.90
44	二境線の途甲の砕石捨て場	2011年7月2日	0.34	0.39	7月13日	2850	3200	6050	0.89
40	足尾綱親水公園駐車場ては 足尾編編水公園記今碑前	2011年7月2日	0.47	0.51	7月10日	1690	1010	1890	0.87
40	ここの時代の公園に必ず前 「 直木湖ダムサイト (みかげ原展望地)	2011年7月2日 2011年7月2日	0.30	0.30	7月10日	1770	2000	3770	0.80
48	みどり市東町花輪付近(122号線沿い)	2011年7月2日	0.23	0. 38	7月14日	1970	2000	4180	0.89
49	桐生市黒保根小学校入り口	2011年7月2日	0.14	0.22	7月14日	1020	1120	2140	0.91
50	桐生市黒保根町八木原付近	2011年7月2日	0.16	0.24	7月15日	1360	1120	2480	1.21
51	みどり市大間々町ながめの駐車場	2011年7月2日	0.09	0.10	7月15日	760	640	1400	1.19
52	桐生市川内町崇神寺入り口	2011年7月9日	0.10	0.12	7月16日	160	170	330	0.94
53	みとり巾胡桃貝尸	2011年7月9日	0.11	0.16	7月18日	400	450	850	0.89
55	みどり山狸尿竹垣 みどり市水道局資材置き場	2011年7月9日 2011年7日9日	0.10	0.22	7月20日	1990	210	2080	0.91
56	太田市笠懸幼稚園駐車場そば	2011年7月9日	0.10	0.10	7月27日	57	65	120	0.88
57	太田市大原町仲交差点付近	2011年7月9日	0.06	0.09	7月27日	570	640	1210	0.89
58	みどり市笠懸町阿左美付近	2011年7月9日	0.09	0.14	7月28日	41	53	94	0.77
59	桐生市相生町	2011年7月9日	0.09	0.11	7月28日	390	440	830	0.89
60	足利市小俣町叶花付近 	2011年7月9日	0.09	0.13	7月29日	690	770	1460	0.90
61	 	2011年7月9日	0.07	0.10	7月30日	230	250	480	0.92
62		2011年7月9日	0.10	0.13	(月31日	49	58	720	0.84
64	11回工中変可米公園 (4) 栃木県足尾町神子内	2011年(月9日 2011年7日13日	0.10	0.13	(月31日 8日6日	340 000	390	2150	0.87
65	日光市いろは坂の登り口	2011年7月13日 2011年7月13日	0.30	0.42	8月6日	3650	4100	7750	0.80
66		2011年7月13日	0.10	0.12	8月7日	190	230	420	0.83
67	利根郡片品村 菅沼 (白根山の登山口)	2011年7月13日	0.05	0.06	8月7日	28	35	63	0.80
68	利根郡片品村 丸沼高原スキー場駐車場	2011年7月13日	0.10	0.14	8月7日	260	290	550	0.90
69	利根郡片品村 元水資源公団出張所跡	2011年7月13日	0.15	0.17	8月7日	340	390	730	0.87
70	利根郡片品村 摺渕付近	2011年7月13日	0.18	0.21	8月6日	950	1090	2040	0.87

- (1	利相報 片口 井 サッド (上)に	0011/57 8 19 8	0.00	0.07	0 1 6 1	700	010	1510	0.00
	利爾加力加州 化呋特坦	2011年7月13日	0.22	0.27	8月10日	700	010	1510	0.80
-72	利根郡川場村 川場湯原付近	2011年7月13日	0.34	0.48	8月6日	2270	2540	4810	0.89
73	利根郡川場村 川場村役場近く	2011年7月13日	0.23	0.28	8月6日	640	750	1390	0.85
74	利根郡川場村 川場中学校近く	2011年7月13日	0.48	0.52	8月6日	4070	4610	8680	0.88
75	利根那川県村 川県由学校近く	2011年7日13日	0.48	0.70	8868	1430	1600	3030	0.80
75		2011年7月13日	0.40	0.10	0月0日	1430	1000	3030	0.09
76	沼田市久産原町(追の駅四万500m)	2011年7月13日	0.24	0.47	8月7日	1780	2050	3830	0.87
77	沼田市沼田駅西(国道17号線沿いの空地)	2011年7月13日	0.14	0.20	8月7日	1190	1350	2540	0.88
78	沼田市根利町 日影南郷	2011年7月13日	0.09	0.12	8月7日	680	790	1470	0.86
70	沼田市根利町 根利	2011年7日13日	0.28	0.31	8日7日	980	1160	2140	0.84
- 10	相告中國相對式四分的	2011 77 8 12 8	0.20	0.01	0 17 1	0.100	0700	5100	0.01
80	柯生 印 羔 休 依 可 下 田 刊 辺	2011年7月13日	0.32	0.35	8月7日	2400	2700	5100	0.89
81	八坂橋北の交差点	2011年7月16日	0.06	0.10	8月13日	470	530	1000	0.89
82	日限地蔵院近くの空き地	2011年7月16日	0.09	0.12	8月20日	170	200	370	0.85
83	昭和幼稚園近くの空き地	2011年7日16日	0.07	0.10	8日20日	370	430	800	0.86
00	- 白谷の花園之 (ジェこ)名	2011年7月10日	0.07	0.10	0 1 20 1	070	490	700	0.00
84	四中子校師のクラリント	2011年7月16日	0.07	0.10	8月20日	370	420	790	0.88
85	桐生高校北の空き地(マルブ)	2011年7月16日	0.09	0.13	8月20日	270	310	580	0.87
86	錦町ロータリー東	2011年7月16日	0.09	0.11	8月21日	260	290	550	0.90
87	昭和橋北の交差点(コンテナ置き場)	2011年7月16日	0.08	0.12	8月21日	160	170	330	0.94
00	梅田町桐生女子真北(カインブホーム)	2011年7日17日	0.00	0.12	0月11日	240	200	720	0.01
00		2011年7月17日	0.09	0.13	0月11日	340	360	120	0. 89
89	梅田南小学校近くの空き地	2011年7月17日	0.10	0.11	8月12日	600	680	1280	0.88
90	桐生川ダム下	2011年7月17日	0.12	0.15	8月12日	410	460	870	0.89
91	根本山登山道(登山銅入り口から500m)	2011年7月17日	0.30	0.42	8月10日	1520	1720	3240	0.88
00	石鴨(三墳線の桐生側地占)	2011年7日17日	0.90	0 /1	8日10日	1680	1000	3560	0.00
92		2011年7月17日	0.20	0.41	0月10日	1000	1000	3000	0.89
- 93	1月1000里石呂	2011年(月17日	0.30	0.63	8月10日	0860	7920	14780	0.87
94	境橋近くの造成地(桐生川沿い)	2011年7月18日	0.08	0.05	8月1日	190	210	400	0.90
95	小俣 葉鹿橋近くの交差点	2011年7月18日	0.09	0.11	8月2日	250	290	540	0.86
90	太田市吉沢町 (かたくりの里)	2011年7日18日	0 00	0 11	8日4日	340	400	740	0.85
- 50		2011年7月10日	0.05	0.11	01141	540	-100	1050	0.00
97	へ山巾初口巾町井町 (生前神任四)	2011年(月18日	0.08	0.12	8月4日	590	660	1250	0.89
98	太田市新田大町交差点(セブンイレブン)	2011年7月18日	0.08	0.10	8月5日	330	380	710	0.87
99	伊勢崎市境平塚付近	2011年7月18日	0.08	0.09	8月5日	92	100	192	0.92
100	伊勢崎市島村町(埼玉県側)	2011年7月18日	0.08	0.09	8月8日	110	130	240	0.85
101	深谷市血洗鳥(緒方家車の公園)	2011年7月18日	0.07	0.07	8868	00	100	100	0.00
101	派公士法治 (古孙金日貯末相)	2011年7月10日	0.07	0.07	0月0日	90	050	150	0.90
102	休甘巾傑八 (同妙良田紅車場)	2011年7月18日	0.07	0.08	0月0日	220	250	470	0.00
103	岡部変電所そはの川の堤防	2011年7月18日	0.06	0.09	8月9日	190	210	400	0.90
104	伊勢崎市富塚町富塚公園	2011年7月18日	0.08	0.10	8月9日	190	230	420	0.83
105	伊勢崎市北千木町	2011年7月18日	0.08	0.09	8月10日	160	190	350	0.84
106	伊勢崎市田部井町	2011年7日18日	0 09	0.11	8日11日	380	430	810	0.88
107	古津町初生と回っープウェーの駐車場	2011年7月20日	0.03	0.11	0月11日	500	500	1100	0.00
107	早年町 校王 / ホロ ノ ノニ の 乱車物	2011年7月30日	0.12	0.14	0月13日	510	090	1100	0.00
108	早津日根山 与池はとりの 遊歩 追	2011年7月30日	0.04	0.06	8月21日	41	48	89	0.85
109	万座温泉(その1)道路際	2011年7月30日	0.05	0.07	8月22日	62	65	130	0.95
110	万座温泉(その2)"空吹"近くの駐車場	2011年7月30日	0.05	0.07	8月22日	64	72	140	0.89
111	草津町リゾートマンション横	2011年7月30日	0.11	0.15	8月10日	170	200	370	0.85
119	首津町順徳(しょうとく) 公園	2011年7月30日	0.17	0.23	8日10日	1520	1740	3260	0.87
112	早佳可娘心(しょうこく) ム園 豊好吉原と、いず明にくの二束政	2011年7月30日	0.17	0.23	0月10日	1020	1010	3200	0.07
113	春坂尚原キャンノ場近くの三叉路	2011年7月30日	0.19	0.27	8月10日	1070	1210	2280	0.88
114	若山牧水記念碑	2011年7月30日	0.31	0.46	8月10日	1320	1520	2840	0.87
115	市城駅近くの道路際	2011年7月30日	0.19	0.31	8月10日	870	1000	1870	0.87
116	前橋市馬場町(粕川そばの空地)							1010	
117		2011年8月5日	0.08	0.11	8月22日	320	360	680	0.89
110	前橋市畠毛石町(赤城寺の近く)	2011年8月5日 2011年8日5日	0.08	0.11	8月22日	320	360 360	680	0.89
1 I I X	前橋市鼻毛石町(赤城寺の近く)	2011年8月5日 2011年8月5日 2011年8月5日	0.08	0.11	8月22日 8月23日	320 320	360 360	680 680	0.89
110	前橋市鼻毛石町(赤城寺の近く) 前橋市柏倉町	2011年8月5日 2011年8月5日 2011年8月5日 2011年8月5日	0.08 0.09 0.07	0.11 0.08 0.12	8月22日 8月23日 8月23日	320 320 210	360 360 240	680 680 450	0. 89 0. 89 0. 88
119	前橋市鼻毛石町(赤城寺の近く) 前橋市柏倉町 前橋市滝窪町(廃屋のとなり)	2011年8月5日 2011年8月5日 2011年8月5日 2011年8月5日 2011年8月5日	0.08 0.09 0.07 0.09	0. 11 0. 08 0. 12 0. 13	8月22日 8月23日 8月23日 8月23日 8月24日	320 320 210 420	360 360 240 480	680 680 450 900	0. 89 0. 89 0. 88 0. 88
110 119 120	前橋市鼻毛石町(赤城寺の近く) 前橋市柏倉町 前橋市滝窪町(廃屋のとなり) 前橋市小坂子町	2011年8月5日 2011年8月5日 2011年8月5日 2011年8月5日 2011年8月5日 2011年8月5日	0.08 0.09 0.07 0.09 0.06	0. 11 0. 08 0. 12 0. 13 0. 07	8月22日 8月23日 8月23日 8月24日 8月24日	320 320 210 420 590	360 360 240 480 670	680 680 450 900 1260	0. 89 0. 89 0. 88 0. 88 0. 88
110 119 120 121	前橋市鼻毛石町(赤城寺の近く) 前橋市柏倉町 前橋市滝窪町(廃屋のとなり) 前橋市小坂子町 富土見町原之郷(赤城白川の近く)	2011年8月5日 2011年8月5日 2011年8月5日 2011年8月5日 2011年8月5日 2011年8月5日	0.08 0.09 0.07 0.09 0.06 0.08	0. 11 0. 08 0. 12 0. 13 0. 07 0. 11	8月22日 8月23日 8月23日 8月24日 8月24日 8月24日 8月25日	320 320 210 420 590 320	360 360 240 480 670 400	$ \begin{array}{r} 1870 \\ 680 \\ 450 \\ 900 \\ 1260 \\ 720 \end{array} $	0.89 0.89 0.88 0.88 0.88 0.88 0.88
110 119 120 121	前橋市鼻毛石町(赤城寺の近く) 前橋市柏倉町 前橋市滝窪町(廃屋のとなり) 前橋市小坂子町 富士見町原之郷(赤城白川の近く) 昌楽郡昌楽町狸塚	2011年8月5日 2011年8月5日 2011年8月5日 2011年8月5日 2011年8月5日 2011年8月5日 2011年8月5日	$\begin{array}{c} 0.08 \\ 0.09 \\ 0.07 \\ 0.09 \\ 0.06 \\ 0.08 \\ 0.08 \end{array}$	0. 11 0. 08 0. 12 0. 13 0. 07 0. 11 0. 12	8月22日 8月23日 8月23日 8月24日 8月24日 8月25日 8月25日	320 320 210 420 590 320 940	360 360 240 480 670 400 1090	680 680 450 900 1260 720 2030	0.89 0.89 0.88 0.88 0.88 0.88 0.88
113 119 120 121 122	前橋市鼻毛石町(赤城寺の近く) 前橋市柏倉町 前橋市滝窪町(廃屋のとなり) 前橋市小坂子町 富士見町原之郷(赤城白川の近く) 邑楽郡邑楽町狸塚 別な市西公園(小湾2004)50	2011年8月5日 2011年8月5日 2011年8月5日 2011年8月5日 2011年8月5日 2011年8月5日 2011年8月21日 2011年8月21日	0.08 0.09 0.07 0.09 0.06 0.08 0.08	0. 11 0. 08 0. 12 0. 13 0. 07 0. 11 0. 12	8月22日 8月23日 8月23日 8月24日 8月24日 8月25日 8月28日 8月28日	320 320 210 420 590 320 940	360 360 240 480 670 400 1090	680 680 450 900 1260 720 2030	0. 89 0. 89 0. 88 0. 88 0. 88 0. 88 0. 80 0. 80
113 119 120 121 122 123	前橋市鼻毛石町(赤城寺の近く) 前橋市柏倉町 前橋市滝窪町(廃屋のとなり) 前橋市小坂子町 富土見町原之郷(赤城白川の近く) 邑楽郡邑楽町狸塚 羽生市西公園(小宮町)	2011年8月5日 2011年8月5日 2011年8月5日 2011年8月5日 2011年8月5日 2011年8月5日 2011年8月21日 2011年8月21日	0.08 0.09 0.07 0.09 0.06 0.08 0.08 0.07	0. 11 0. 08 0. 12 0. 13 0. 07 0. 11 0. 12 0. 08 0. 12	8月22日 8月23日 8月23日 8月24日 8月24日 8月25日 8月28日 8月28日 8月28日	320 320 210 420 590 320 940 510	360 360 240 480 670 400 1090 580	680 680 450 900 1260 720 2030 1090	0.89 0.89 0.88 0.88 0.88 0.88 0.80 0.80
113 119 120 121 122 123 124	前橋市鼻毛石町(赤城寺の近く) 前橋市柏倉町 前橋市海窪町(廃屋のとなり) 前橋市小坂子町 富土見町原之郷(赤城白川の近く) 邑楽郡邑楽町狸塚 羽生市西公園(小須賀付近) 羽生市本川俣(自宅跡地)	2011年8月5日 2011年8月5日 2011年8月5日 2011年8月5日 2011年8月5日 2011年8月5日 2011年8月5日 2011年8月21日 2011年8月21日	0.08 0.09 0.07 0.09 0.06 0.08 0.08 0.08 0.07 0.08	0. 11 0. 08 0. 12 0. 13 0. 07 0. 11 0. 12 0. 08 0. 10	8月22日 8月23日 8月23日 8月24日 8月24日 8月25日 8月25日 8月28日 8月28日 8月28日	320 320 210 420 590 320 940 510 350	360 360 240 480 670 400 1090 580 400	680 680 450 900 1260 720 2030 1090 750	0. 89 0. 89 0. 88 0. 88 0. 88 0. 88 0. 80 0. 86 0. 88 0. 88
113 119 120 121 122 123 124 125	前橋市鼻毛石町(赤城寺の近く) 前橋市柏倉町 前橋市滝窪町(廃屋のとなり) 前橋市小坂子町 富士見町原之郷(赤城白川の近く) 邑楽郡邑楽町狸塚 羽生市西公園(小須賀付近) 羽生市本川俣(自宅跡地) 羽生市北荻島付近	2011年8月5日 2011年8月5日 2011年8月5日 2011年8月5日 2011年8月5日 2011年8月5日 2011年8月1日 2011年8月21日 2011年8月21日 2011年8月21日	0.08 0.09 0.07 0.09 0.06 0.08 0.08 0.08 0.07 0.08 0.10	0. 11 0. 08 0. 12 0. 13 0. 07 0. 11 0. 12 0. 08 0. 10 0. 13	8月22日 8月23日 8月23日 8月24日 8月24日 8月25日 8月28日 8月28日 8月28日 8月28日 8月28日 8月29日	320 320 210 420 590 320 940 510 350 310	$\begin{array}{r} 360 \\ 360 \\ 240 \\ 480 \\ 670 \\ 400 \\ 1090 \\ 580 \\ 400 \\ 350 \end{array}$	$\begin{array}{c} 1010\\ 680\\ 680\\ 450\\ 900\\ 1260\\ 720\\ 2030\\ 1090\\ 750\\ 660\\ \end{array}$	0.89 0.89 0.88 0.88 0.88 0.88 0.80 0.86 0.88 0.88
113 119 120 121 122 123 124 125 126	前橋市鼻毛石町(赤城寺の近く) 前橋市柏倉町 前橋市滝窪町(廃屋のとなり) 前橋市小坂子町 富士見町原之郷(赤城白川の近く) 邑楽郡邑楽町狸塚 羽生市西公園(小須賀付近) 羽生市本川侯(自宅跡地) 羽生市北荻島付近 羽生市下羽生	2011年8月5日 2011年8月5日 2011年8月5日 2011年8月5日 2011年8月5日 2011年8月5日 2011年8月21日 2011年8月21日 2011年8月21日 2011年8月21日 2011年8月21日	0,08 0,09 0,07 0,09 0,06 0,08 0,08 0,07 0,08 0,07	0. 11 0. 08 0. 12 0. 13 0. 07 0. 11 0. 12 0. 08 0. 10 0. 13 0. 12	8月22日 8月23日 8月23日 8月24日 8月24日 8月25日 8月28日 8月28日 8月28日 8月28日 8月29日	320 320 210 420 590 320 940 510 350 310 400	$\begin{array}{r} 360\\ 360\\ 240\\ 480\\ 670\\ 400\\ 1090\\ 580\\ 400\\ 350\\ 450\\ \end{array}$	680 680 450 900 1260 720 2030 1090 750 660 850	0.89 0.89 0.88 0.88 0.88 0.88 0.80 0.86 0.88 0.88
113 119 120 121 122 123 124 125 126 127	前橋市鼻毛石町(赤城寺の近く) 前橋市柏倉町 前橋市滝窪町(廃屋のとなり) 前橋市小坂子町 富土見町原之郷(赤城白川の近く) 邕楽郡邕楽町狸塚 羽生市西公園(小須賀付近) 羽生市本川俣(自宅跡地) 羽生市北荻島付近 羽生市下羽生 館林市小桑原町	2011年8月5日 2011年8月5日 2011年8月5日 2011年8月5日 2011年8月5日 2011年8月5日 2011年8月5日 2011年8月21日 2011年8月21日 2011年8月21日 2011年8月21日 2011年8月21日 2011年8月21日	0,08 0,09 0,07 0,09 0,08 0,08 0,08 0,07 0,08 0,10 0,07 0,08	0. 11 0. 08 0. 12 0. 13 0. 07 0. 11 0. 12 0. 08 0. 10 0. 13 0. 12 0. 10	8月22日 8月23日 8月23日 8月24日 8月24日 8月25日 8月28日 8月28日 8月28日 8月29日 8月29日 8月29日	320 320 210 420 590 320 940 510 350 310 400 380	$\begin{array}{r} 360\\ 360\\ 240\\ 480\\ 670\\ 400\\ 1090\\ 580\\ 400\\ 350\\ 450\\ 420\\ \end{array}$	$\begin{array}{c} 680\\ 680\\ 450\\ 900\\ 1260\\ 720\\ 2030\\ 1090\\ 750\\ 660\\ 850\\ 800\end{array}$	0.89 0.89 0.88 0.88 0.88 0.80 0.86 0.88 0.88 0.88
113 119 120 121 122 123 124 125 126 127	前橋市鼻毛石町(赤城寺の近く) 前橋市柏倉町 前橋市滝窪町(廃屋のとなり) 前橋市小坂子町 富土見町原之郷(赤城白川の近く) 邑楽郡邑楽町狸塚 羽生市西公園(小須賀付近) 羽生市本川俣(自宅跡地) 羽生市北荻島付近 羽生市下羽生 館林市小桑原町 日本町町日付近	2011年8月5日 2011年8月5日 2011年8月5日 2011年8月5日 2011年8月5日 2011年8月5日 2011年8月21日 2011年8月21日 2011年8月21日 2011年8月21日 2011年8月21日 2011年8月21日	0.08 0.09 0.07 0.09 0.06 0.08 0.08 0.07 0.08 0.10 0.08 0.10 0.07 0.08	$\begin{array}{c} 0. 11 \\ 0. 08 \\ 0. 12 \\ 0. 13 \\ 0. 07 \\ 0. 01 \\ 0. 11 \\ 0. 12 \\ 0. 08 \\ 0. 10 \\ 0. 13 \\ 0. 12 \\ 0. 10 \\$	8月22日 8月23日 8月23日 8月24日 8月24日 8月25日 8月28日 8月28日 8月28日 8月29日 8月29日 8月29日	320 320 210 420 590 320 940 510 350 310 400 380 250	360 360 240 480 670 400 1090 580 400 350 450 420	$\begin{array}{c} 680\\ 680\\ 450\\ 900\\ 1260\\ 720\\ 2030\\ 1090\\ 750\\ 660\\ 850\\ 800\\ 750\\ 750\\ \end{array}$	0.89 0.89 0.88 0.88 0.88 0.80 0.86 0.88 0.88 0.88
113 119 120 121 122 123 124 125 126 127 128	前橋市鼻毛石町(赤城寺の近く) 前橋市柏倉町 前橋市滝窪町(廃屋のとなり) 前橋市小坂子町 富士見町原之町(赤城白川の近く) 邑楽郡邑楽町狸塚 羽生市西公園(小須賀付近) 羽生市本川俣(自宅跡地) 羽生市本川俣(自宅跡地) 羽生市下羽生 館林市小桑原町 邑楽郡大泉町朝日付近 + 中田吉夜之の町	2011年8月5日 2011年8月5日 2011年8月5日 2011年8月5日 2011年8月5日 2011年8月5日 2011年8月21日 2011年8月21日 2011年8月21日 2011年8月21日 2011年8月21日 2011年8月21日 2011年8月21日	0,08 0,09 0,07 0,09 0,06 0,08 0,08 0,07 0,08 0,07 0,08 0,10 0,07 0,08 0,10	$\begin{array}{c} 0.11\\ 0.08\\ 0.12\\ 0.13\\ 0.07\\ 0.11\\ 0.12\\ 0.08\\ 0.10\\ 0.13\\ 0.12\\ 0.10\\$	8月22日 8月23日 8月23日 8月24日 8月24日 8月25日 8月28日 8月28日 8月28日 8月28日 8月29日 8月29日 8月29日	320 320 210 420 590 320 940 510 350 310 400 380 350	360 360 240 480 670 400 1090 580 400 350 450 420 400	$\begin{array}{c} 1610\\ 680\\ 680\\ 450\\ 900\\ 1260\\ 720\\ 2030\\ 1090\\ 750\\ 660\\ 850\\ 800\\ 750\\ 660\\ \end{array}$	0.89 0.89 0.88 0.88 0.88 0.88 0.88 0.88
118 119 120 121 122 123 124 125 126 127 128 129	前橋市鼻毛石町(赤城寺の近く) 前橋市柏倉町 前橋市祐窪町(廃屋のとなり) 前橋市小坂子町 富土見町原之郷(赤城白川の近く) 邕楽郡邑楽町狸塚 羽生市西公園(小須賀付近) 羽生市本川俣(自宅跡地) 羽生市北荻島付近 羽生市下羽生 館林市小桑原町 邑楽郡大泉町朝日付近 太田市南矢沢町	2011年8月5日 2011年8月5日 2011年8月5日 2011年8月5日 2011年8月5日 2011年8月5日 2011年8月21日 2011年8月21日 2011年8月21日 2011年8月21日 2011年8月21日 2011年8月21日 2011年8月21日 2011年8月21日	0,08 0,09 0,07 0,09 0,06 0,08 0,08 0,07 0,08 0,10 0,07 0,08 0,10 0,08	$\begin{array}{c} 0. 11 \\ 0. 08 \\ 0. 12 \\ 0. 13 \\ 0. 07 \\ 0. 11 \\ 0. 12 \\ 0. 08 \\ 0. 10 \\ 0. 13 \\ 0. 12 \\ 0. 10 \\ 0. 12 \\ 0. 10 \\ 0. 10 \\ 0. 12 \\ \end{array}$	8月22日 8月23日 8月23日 8月24日 8月25日 8月25日 8月28日 8月28日 8月28日 8月29日 8月29日 8月29日 8月29日 8月29日 8月29日 8月29日 8月29日	320 320 210 420 590 320 940 510 350 310 400 380 350 110	360 360 240 480 670 400 1090 580 400 350 450 420 420 400 120	$\begin{array}{c} 680\\ 680\\ 450\\ 900\\ 1260\\ 720\\ 2030\\ 1090\\ 750\\ 660\\ 850\\ 850\\ 800\\ 750\\ 230\\ \end{array}$	0.89 0.89 0.88 0.88 0.88 0.88 0.88 0.88
113 119 120 121 122 123 124 125 126 127 128 129 130	前橋市鼻毛石町(赤城寺の近く) 前橋市柏倉町 前橋市布海窪町(廃屋のとなり) 前橋市小坂子町 富土見町原之郷(赤城白川の近く) 邑楽郡邑楽町狸塚 羽生市西公園(小須賀付近) 羽生市本川俣(自宅跡地) 羽生市本川俣(自宅跡地) 羽生市下羽生 館林市小桑原町 邑楽郡大泉町朝日付近 太田市南矢沢町 伊勢崎市(中華楼跡)	2011年8月5日 2011年8月5日 2011年8月5日 2011年8月5日 2011年8月5日 2011年8月5日 2011年8月21日 2011年8月21日 2011年8月21日 2011年8月21日 2011年8月21日 2011年8月21日 2011年8月21日 2011年8月21日 2011年8月21日 2011年8月21日	0,08 0,09 0,07 0,09 0,08 0,08 0,08 0,07 0,08 0,10 0,07 0,08 0,10 0,08 0,10 0,08 0,08	$\begin{array}{c} 0. 11 \\ 0. 08 \\ 0. 12 \\ 0. 13 \\ 0. 07 \\ 0. 11 \\ 0. 12 \\ 0. 08 \\ 0. 10 \\ 0. 13 \\ 0. 12 \\ 0. 10 \\ 0. 10 \\ 0. 10 \\ 0. 12 \\ 0. 09 \end{array}$	8月22日 8月23日 8月23日 8月24日 8月24日 8月25日 8月28日 8月28日 8月29日 8月29日 8月29日 8月29日 8月29日 8月29日 8月30日 8月30日	320 320 210 420 590 320 940 510 350 310 400 380 350 110 180	360 360 240 480 670 400 1090 580 400 350 450 420 400 120 210	$\begin{array}{c} 680\\ 680\\ 450\\ 900\\ 1260\\ 720\\ 2030\\ 1090\\ 750\\ 660\\ 850\\ 800\\ 750\\ 230\\ 390\\ \end{array}$	0.89 0.89 0.88 0.88 0.88 0.88 0.88 0.88
113 119 120 121 122 123 124 125 126 127 128 129 130 131	前橋市鼻毛石町(赤城寺の近く) 前橋市埠窪町(廃屋のとなり) 前橋市海窪町(廃屋のとなり) 前橋市小坂子町 富土見町原之郷(赤城白川の近く) 邑楽郡邑楽町狸塚 羽生市西公園(小須賀付近) 羽生市本川俣(自宅跡地) 羽生市本川俣(自宅跡地) 羽生市北荻島付近 羽生市下羽生 館林市小桑原町 邑楽郡大泉町朝日付近 太田市南矢沢町 伊勢崎市。中華楼跡)	2011年8月5日 2011年8月5日 2011年8月5日 2011年8月5日 2011年8月5日 2011年8月5日 2011年8月21日 2011年8月21日 2011年8月21日 2011年8月21日 2011年8月21日 2011年8月21日 2011年8月21日 2011年8月21日 2011年8月21日 2011年8月21日 2011年8月21日 2011年8月21日	0,08 0,09 0,07 0,09 0,06 0,08 0,08 0,07 0,08 0,10 0,07 0,08 0,10 0,07 0,08 0,10 0,08 0,10 0,08 0,07 0,08 0,07 0,09 0,08 0,08 0,07 0,08 0,07 0,08 0,08 0,07 0,08 0,08 0,09 0,08 0,07 0,08 0,07 0,08 0,09 0,08 0,07 0,08 0,08 0,09 0,08 0,08 0,07 0,08 0,08 0,07 0,08 0,08 0,07 0,08 0,08 0,07 0,08 0,08 0,07 0,08 0,08 0,07 0,08 0,07 0,08 0,07 0,08 0,07 0,08 0,07 0,08 0,07 0,08 0,07 0,08 0,07 0,08 0,07 0,08 0,07 0,08 0,07 0,08 0,00 0,08 0,00 0,08 0,00 0,08 0,00 0,08 0,00 0,08 0,00 0,08 0,00 0,08 0,00	$\begin{array}{c} 0. 11 \\ 0. 08 \\ 0. 12 \\ 0. 13 \\ 0. 07 \\ 0. 11 \\ 0. 12 \\ 0. 08 \\ 0. 08 \\ 0. 10 \\ 0. 13 \\ 0. 12 \\ 0. 10 \\ 0. 10 \\ 0. 10 \\ 0. 12 \\ 0. 09 \\ 0. 08 \end{array}$	8月22日 8月23日 8月23日 8月24日 8月24日 8月25日 8月28日 8月28日 8月28日 8月29日 8月29日 8月29日 8月30日 8月30日 8月31日 9月5日	320 320 210 420 590 320 940 510 350 310 400 380 350 110 180 460	360 360 240 480 670 400 1090 580 400 350 450 420 400 120 210 520	$\begin{array}{c} 680\\ 680\\ 450\\ 900\\ 1260\\ 720\\ 2030\\ 1090\\ 750\\ 660\\ 850\\ 850\\ 800\\ 750\\ 230\\ 390\\ 980\\ \end{array}$	0.89 0.89 0.88 0.88 0.88 0.88 0.88 0.88
113 119 120 121 122 123 124 125 126 127 128 129 130 131 132	前橋市鼻毛石町(赤城寺の近く) 前橋市柏倉町 前橋市柏倉町 高橋市小坂子町 富土見町原之郷(赤城白川の近く) 邑楽郡邑楽町狸塚 羽生市西公園(小須賀付近) 羽生市本川俣(自宅跡地) 羽生市本水募付近 羽生市本水募付近 羽生市下羽生 館林市小桑原町 邑楽郡大泉町朝日付近 太田市南矢沢町 伊勢崎市,ヶ堀楼跡) 伊勢崎市赤堀今町 前橋市上泉町	2011年8月5日 2011年8月5日 2011年8月5日 2011年8月5日 2011年8月5日 2011年8月5日 2011年8月21日 2011年8月21日 2011年8月21日 2011年8月21日 2011年8月21日 2011年8月21日 2011年8月21日 2011年8月21日 2011年8月21日 2011年8月21日 2011年8月31日 2011年8月31日	0,08 0,09 0,07 0,09 0,06 0,08 0,08 0,07 0,08 0,10 0,07 0,08 0,10 0,07 0,08 0,10 0,07 0,08 0,10 0,07 0,08 0,10 0,07 0,09 0,08 0,09 0,09 0,08 0,09 0,09 0,08 0,09 0,09 0,08 0,09 0,09 0,08 0,09 0,09 0,08 0,09 0,09 0,08 0,09 0,00 0,09	$\begin{array}{c} 0. 11 \\ 0. 08 \\ 0. 12 \\ 0. 13 \\ 0. 07 \\ 0. 11 \\ 0. 12 \\ 0. 08 \\ 0. 10 \\ 0. 13 \\ 0. 12 \\ 0. 10 \\ 0. 12 \\ 0. 10 \\ 0. 10 \\ 0. 0. 10 \\ 0. 09 \\ 0. 08 \\ 0. 06 \end{array}$	8月22日 8月23日 8月23日 8月24日 8月24日 8月25日 8月28日 8月28日 8月28日 8月29日 8月29日 8月29日 8月29日 8月30日 8月30日 8月30日 8月30日 9月5日 9月5日	320 320 210 420 590 320 940 510 350 310 400 380 350 110 180 460 150	360 360 240 480 670 1090 580 400 350 450 420 400 120 210 520 60 160	680 680 450 900 1260 720 2030 1090 750 660 850 850 850 230 390 980 310	0.89 0.89 0.88 0.88 0.88 0.88 0.88 0.88
113 119 120 121 122 123 124 125 126 127 128 129 130 131 132 132	前橋市鼻毛石町(赤城寺の近く) 前橋市槍倉町 前橋市滝窪町(廃屋のとなり) 前橋市小坂子町 富土見町原之郷(赤城白川の近く) 邑楽郡邑楽町狸塚 羽生市西公園(小須賀付近) 羽生市本川俣(自宅跡地) 羽生市下羽生 館林市小桑原町 邑楽郡大泉町朝日付近 太田市南矢沢町 伊勢崎市(中華楼跡) 伊勢崎市赤場今町 前橋市上泉町	2011年8月5日 2011年8月5日 2011年8月5日 2011年8月5日 2011年8月5日 2011年8月5日 2011年8月21日 2011年8月21日 2011年8月21日 2011年8月21日 2011年8月21日 2011年8月21日 2011年8月21日 2011年8月21日 2011年8月31日 2011年8月31日 2011年8月31日	0,08 0,09 0,07 0,09 0,06 0,08 0,08 0,07 0,08 0,10 0,07 0,08 0,10 0,08 0,10 0,08 0,10 0,08 0,10 0,08 0,07 0,08 0,07 0,09 0,08 0,09 0,08 0,09 0,08 0,09 0,08 0,09 0,08 0,09 0,08 0,09 0,08 0,09 0,08 0,09 0,08 0,09 0,08 0,09 0,08 0,09 0,08 0,09 0,08 0,09 0,08 0,09	$\begin{array}{c} 0. 11 \\ 0. 08 \\ 0. 12 \\ 0. 13 \\ 0. 07 \\ 0. 11 \\ 0. 12 \\ 0. 08 \\ 0. 10 \\ 0. 13 \\ 0. 12 \\ 0. 10 \\ 0. 12 \\ 0. 10 \\ 0. 10 \\ 0. 12 \\ 0. 09 \\ 0. 08 \\ 0. 06 \\ 0. 06 \end{array}$	8月22日 8月23日 8月23日 8月24日 8月24日 8月25日 8月28日 8月28日 8月28日 8月29日 8月29日 8月29日 8月29日 8月29日 8月29日 8月29日 8月29日 8月30日 8月30日 9月5日 9月5日 9月5日	320 320 210 420 590 320 940 510 350 310 400 380 350 110 180 460 150 240	360 360 240 480 670 1090 580 400 350 420 420 420 400 120 210 520 160 200	680 680 450 900 1260 720 2030 1090 750 660 850 850 800 750 230 390 980 310	0.89 0.89 0.88 0.88 0.88 0.88 0.88 0.88
113 119 120 121 122 123 124 125 126 127 128 129 130 131 132 133	前橋市鼻毛石町(赤城寺の近く) 前橋市柏倉町 前橋市海窪町(廃屋のとなり) 前橋市小坂子町 富土見町原之郷(赤城白川の近く) 邑楽郡邑楽町狸塚 羽生市西公園(小須賀付近) 羽生市本川俣(自宅跡地) 羽生市本川俣(自宅跡地) 羽生市下羽生 館林市小桑原町 邑楽郡大泉町朝日付近 長次町南矢沢町 伊勢崎市(中華楼跡) 伊勢崎市赤堀今町 前橋市上港町	2011年8月5日 2011年8月5日 2011年8月5日 2011年8月5日 2011年8月5日 2011年8月5日 2011年8月21日 2011年8月21日 2011年8月21日 2011年8月21日 2011年8月21日 2011年8月21日 2011年8月21日 2011年8月21日 2011年8月21日 2011年8月21日 2011年8月31日 2011年8月31日 2011年8月31日	$\begin{array}{c} 0.08\\ 0.09\\ 0.07\\ 0.09\\ 0.06\\ 0.08\\ 0.08\\ 0.08\\ 0.07\\ 0.08\\ 0.10\\ 0.08\\ 0.10\\ 0.08\\ 0.10\\ 0.08\\ 0.10\\ 0.08\\ 0.10\\ 0.08\\ 0.00\\ 0.08\\ 0.00\\ 0.08\\ 0.00\\ 0.08\\ 0.02\\ 0.08\\ 0.02\\ 0.08\\ 0.03\\ 0.08\\ 0.03\\ 0.08\\ 0.03\\$	$\begin{array}{c} 0. 11 \\ 0. 08 \\ 0. 12 \\ 0. 13 \\ 0. 07 \\ 0. 11 \\ 0. 12 \\ 0. 08 \\ 0. 10 \\ 0. 13 \\ 0. 12 \\ 0. 10 \\ 0. 13 \\ 0. 12 \\ 0. 10 \\ 0. 10 \\ 0. 12 \\ 0. 09 \\ 0. 08 \\ 0. 06 \\$	8月22日 8月23日 8月23日 8月24日 8月24日 8月25日 8月28日 8月28日 8月28日 8月29日 8月29日 8月29日 8月29日 8月30日 8月30日 9月5日 9月5日 9月5日	320 320 210 420 590 320 940 510 350 310 400 380 350 110 180 460 150 240	360 360 240 480 670 1090 580 400 350 450 420 420 420 210 520 160 290	$\begin{array}{c} 680\\ 680\\ 450\\ 900\\ 1260\\ 720\\ 2030\\ 1090\\ 750\\ 660\\ 850\\ 800\\ 750\\ 230\\ 390\\ 980\\ 310\\ 530\\ 1800\\ 1800\\ \end{array}$	0.89 0.89 0.88 0.88 0.88 0.88 0.88 0.88
118 119 120 121 122 123 124 125 126 127 128 129 130 131 132 133 134	前橋市鼻毛石町(赤城寺の近く) 前橋市埠窪町(廃屋のとなり) 前橋市滝窪町(廃屋のとなり) 前橋市水坂子町 富土見町原之郷(赤城白川の近く) 邑楽郡邑楽町狸塚 羽生市市公園(小須賀付近) 羽生市本川俣(自宅跡地) 羽生市本川俣(自宅跡地) 羽生市本那生 館林市小桑原町 邑楽郡大泉町朝日付近 太田市南矢沢町 伊勢崎市赤堀今町 前橋市上泉町 前橋市上沖町 忠治温泉そば	2011年8月5日 2011年8月5日 2011年8月5日 2011年8月5日 2011年8月5日 2011年8月5日 2011年8月21日 2011年8月21日 2011年8月21日 2011年8月21日 2011年8月21日 2011年8月21日 2011年8月21日 2011年8月21日 2011年8月21日 2011年8月31日 2011年8月31日 2011年8月31日 2011年8月31日	0,08 0,09 0,07 0,09 0,06 0,08 0,08 0,07 0,08 0,10 0,07 0,08 0,10 0,07 0,08 0,10 0,08 0,10 0,08 0,07 0,08 0,07 0,08 0,07 0,09 0,08 0,07 0,08 0,08 0,09 0,08 0,09 0,08 0,09 0,08 0,09 0,08 0,08 0,08 0,09 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,08 0,09 0,08 0,07 0,08 0,07 0,08 0,07 0,08 0,07 0,08 0,07 0,08 0,07 0,08 0,07 0,09 0,07 0,08 0,07 0,09 0,07 0,08 0,07 0,09 0,07 0,09 0,07 0,08 0,07 0,09 0,07 0,09 0,07 0,09	$\begin{array}{c} 0. 11 \\ 0. 08 \\ 0. 12 \\ 0. 13 \\ 0. 07 \\ 0. 11 \\ 0. 12 \\ 0. 08 \\ 0. 10 \\ 0. 12 \\ 0. 10 \\ 0. 13 \\ 0. 12 \\ 0. 10 \\ 0. 10 \\ 0. 12 \\ 0. 09 \\ 0. 08 \\ 0. 06 \\ 0. 06 \\ 0. 23 \\ 0. 5 \\ 0.$	8月22日 8月23日 8月23日 8月24日 8月24日 8月25日 8月28日 8月28日 8月28日 8月28日 8月29日 8月29日 8月29日 8月30日 8月30日 8月30日 9月5日 9月5日 9月5日	320 320 210 420 590 320 940 510 350 310 400 380 350 110 180 460 150 240 870	360 360 240 480 670 400 1090 580 400 350 450 420 400 120 210 520 160 290 1020	$\begin{array}{c} 680\\ 680\\ 450\\ 900\\ 1260\\ 720\\ 2030\\ 1090\\ 750\\ 660\\ 850\\ 800\\ 750\\ 230\\ 390\\ 980\\ 310\\ 530\\ 1890\\ \end{array}$	0.89 0.89 0.88 0.88 0.88 0.88 0.88 0.88
118 119 120 121 122 123 124 125 126 127 128 129 130 131 132 133 134 135	前橋市鼻毛石町(赤城寺の近く) 前橋市柏倉町 前橋市祐窪町(廃屋のとなり) 前橋市小坂子町 富土見町原之郷(赤城白川の近く) 邕楽郡邑楽町狸塚 羽生市西公園(小須賀付近) 羽生市本川俣(自宅跡地) 羽生市北荻島付近 羽生市市水泉町 館林市小桑原町 邑楽郡大泉町朝日付近 太田市南矢沢町 伊勢崎市赤堀今町 前橋市上泉町 前橋市上泉町 前橋市上泉町町 志裕温泉そば 赤城小沼湖畔	2011年8月5日 2011年8月5日 2011年8月5日 2011年8月5日 2011年8月5日 2011年8月5日 2011年8月21日 2011年8月21日 2011年8月21日 2011年8月21日 2011年8月21日 2011年8月21日 2011年8月21日 2011年8月21日 2011年8月21日 2011年8月21日 2011年8月31日 2011年8月31日 2011年8月31日 2011年8月31日 2011年8月30日	$\begin{array}{c} 0,08\\ 0,09\\ 0,07\\ 0,09\\ 0,06\\ 0,08\\ 0,08\\ 0,07\\ 0,08\\ 0,10\\ 0,08\\ 0,10\\ 0,08\\ 0,10\\ 0,08\\ 0,10\\ 0,08\\ 0,08\\ 0,08\\ 0,08\\ 0,08\\ 0,07\\ 0,08\\ 0,07\\ 0,08\\ 0,07\\ 0,06\\ 0,06\\ 0,22\\ 0,17\\ \end{array}$	$\begin{array}{c} 0. 11 \\ 0. 08 \\ 0. 12 \\ 0. 13 \\ 0. 07 \\ 0. 11 \\ 0. 12 \\ 0. 08 \\ 0. 10 \\ 0. 13 \\ 0. 12 \\ 0. 10 \\ 0. 12 \\ 0. 10 \\ 0. 12 \\ 0. 09 \\ 0. 08 \\ 0. 06 \\ 0. 06 \\ 0. 23 \\ 0. 13 \\ 0. 13 \\ \end{array}$	8月22日 8月23日 8月23日 8月24日 8月24日 8月25日 8月28日 8月28日 8月28日 8月29日 8月29日 8月29日 8月29日 8月30日 8月30日 8月30日 8月31日 9月5日 9月5日 9月1日	320 320 210 420 590 320 940 510 350 310 400 380 350 110 180 460 150 240 870 410	360 360 240 480 670 1090 580 400 350 420 400 120 210 520 160 290 1020 480	$\begin{array}{c} 680\\ 680\\ 450\\ 900\\ 1260\\ 720\\ 2030\\ 1090\\ 750\\ 660\\ 850\\ 850\\ 850\\ 850\\ 850\\ 3390\\ 980\\ 310\\ 530\\ 1890\\ 890\\ \end{array}$	0.89 0.89 0.88 0.88 0.88 0.88 0.88 0.89 0.89
118 119 120 121 122 123 124 125 126 127 128 129 130 131 132 133 134 135 136	前橋市鼻毛石町(赤城寺の近く) 前橋市柏倉町 前橋市市滝窪町(廃屋のとなり) 前橋市小坂子町 富土見町原之郷(赤城白川の近く) 邑梁郡邑梁町狸塚 羽生市西公園(小須賀付近) 羽生市本川俣(自宅跡地) 羽生市本川俣(自宅跡地) 羽生市市羽生 館林市小桑原町 邑梁郡大泉町朝日付近 太田市南矢沢町 伊勢崎市(中華楼跡) 伊勢崎市赤堀今町 前橋市上泉町 西裕市上泉町 西治温泉そば 赤城小沼湖畔 赤城山頂駅(ロープウエイ)の駐車場	2011年8月5日 2011年8月5日 2011年8月5日 2011年8月5日 2011年8月5日 2011年8月5日 2011年8月21日 2011年8月21日 2011年8月21日 2011年8月21日 2011年8月21日 2011年8月21日 2011年8月21日 2011年8月21日 2011年8月21日 2011年8月21日 2011年8月31日 2011年8月31日 2011年8月30日 2011年8月30日	$\begin{array}{c} 0.08\\ 0.09\\ 0.07\\ 0.09\\ 0.06\\ 0.08\\ 0.08\\ 0.08\\ 0.07\\ 0.08\\ 0.07\\ 0.08\\ 0.10\\ 0.07\\ 0.08\\ 0.10\\ 0.08\\ 0.10\\ 0.08\\ 0.10\\ 0.08\\ 0.07\\ 0.08\\ 0.07\\ 0.06\\ 0.06\\ 0.06\\ 0.06\\ 0.22\\ 0.17\\ 0.16\\ \end{array}$	$\begin{array}{c} 0. 11 \\ 0. 08 \\ 0. 12 \\ 0. 13 \\ 0. 07 \\ 0. 11 \\ 0. 12 \\ 0. 08 \\ 0. 10 \\ 0. 12 \\ 0. 08 \\ 0. 10 \\ 0. 13 \\ 0. 12 \\ 0. 10 \\ 0. 10 \\ 0. 10 \\ 0. 10 \\ 0. 10 \\ 0. 08 \\ 0. 06 \\ 0. 06 \\ 0. 06 \\ 0. 23 \\ 0. 13 \\ 0. 20 \end{array}$	8月22日 8月23日 8月24日 8月24日 8月24日 8月25日 8月28日 8月28日 8月28日 8月29日 8月29日 8月29日 8月29日 8月30日 8月30日 8月30日 9月5日 9月5日 9月1日 9月1日	320 320 210 420 590 320 940 510 350 310 400 380 350 110 180 460 150 240 870 410 1270	360 360 240 480 670 1090 580 400 350 450 420 120 210 520 160 290 1020 480 1490	$\begin{array}{c} 680\\ 680\\ 450\\ 900\\ 1260\\ 720\\ 2030\\ 1090\\ 750\\ 660\\ 850\\ 800\\ 750\\ 230\\ 390\\ 980\\ 310\\ 530\\ 1890\\ 890\\ 2760\\ \end{array}$	0.89 0.89 0.88 0.88 0.88 0.88 0.88 0.88 0.88 0.88 0.89 0.90 0.90 0.88 0.92 0.88 0.94 0.85 0.85 0.85 0.85 0.85 0.85
118 119 120 121 122 123 124 125 126 127 128 129 130 131 132 133 134 135 136 137	前橋市鼻毛石町(赤城寺の近く) 前橋市柏倉町 前橋市滝窪町(廃屋のとなり) 前橋市海窪町(廃屋のとなり) 高上見町原之郷(赤城白川の近く) 昌楽郡邑楽町狸塚 羽生市本小侯(自宅跡地) 羽生市本川侯(自宅跡地) 羽生市本川侯(自宅跡地) 羽生市本小桑原町 昭 日本市小桑原町明日付近 太田市南矢沢町 伊勢崎市(中華楼跡) 伊勢崎市赤堀今町 前橋市上泉町 前橋市上泉町 前橋市上泉町 前橋市上別町 窓浴温泉そば 赤城小沼湖畔	2011年8月5日 2011年8月5日 2011年8月5日 2011年8月5日 2011年8月5日 2011年8月5日 2011年8月21日 2011年8月21日 2011年8月21日 2011年8月21日 2011年8月21日 2011年8月21日 2011年8月21日 2011年8月21日 2011年8月21日 2011年8月21日 2011年8月31日 2011年8月31日 2011年8月31日 2011年8月30日 2011年8月30日	$\begin{array}{c} 0,08\\ 0,09\\ 0,07\\ 0,09\\ 0,06\\ 0,08\\ 0,08\\ 0,08\\ 0,07\\ 0,08\\ 0,07\\ 0,08\\ 0,10\\ 0,08\\ 0,10\\ 0,08\\ 0,10\\ 0,08\\ 0,07\\ 0,08\\ 0,00\\ 0,08\\ 0,07\\ 0,06\\ 0,02\\ 0,06\\ 0,22\\ 0,17\\ 0,16\\ 0,14\\ \end{array}$	$\begin{array}{c} 0. 11 \\ 0. 08 \\ 0. 12 \\ 0. 13 \\ 0. 07 \\ 0. 11 \\ 0. 12 \\ 0. 08 \\ 0. 10 \\ 0. 12 \\ 0. 10 \\ 0. 13 \\ 0. 12 \\ 0. 10 \\ 0. 10 \\ 0. 12 \\ 0. 10 \\ 0. 09 \\ 0. 08 \\ 0. 06 \\ 0. 08 \\ 0. 06 \\ 0. 23 \\ 0. 13 \\ 0. 20 \\ 0. 11 \\ \end{array}$	8月22日 8月23日 8月23日 8月24日 8月24日 8月25日 8月28日 8月28日 8月28日 8月29日 8月29日 8月29日 8月29日 8月30日 8月30日 9月5日 9月5日 9月5日 9月1日 9月1日 9月2日	320 320 210 420 590 320 940 510 350 310 400 380 350 110 180 460 150 240 870 410 1270 530	360 360 240 480 670 400 580 400 350 420 400 120 210 520 160 290 1020 480 1490 610	$\begin{array}{c} 680\\ 680\\ 450\\ 900\\ 1260\\ 720\\ 2030\\ 1090\\ 750\\ 660\\ 850\\ 800\\ 750\\ 230\\ 390\\ 980\\ 310\\ 530\\ 1890\\ 890\\ 2760\\ 1140 \end{array}$	0. 89 0. 89 0. 88 0. 88 0. 88 0. 88 0. 88 0. 88 0. 88 0. 89 0. 99 0. 90 0. 88 0. 92 0. 86 0. 88 0. 94 0. 83 0. 85 0. 85 0. 85 0. 85 0. 87
118 119 120 121 122 123 124 125 126 127 128 129 130 131 132 133 134 135 136 137 138	前橋市鼻毛石町(赤城寺の近く) 前橋市槍倉町 前橋市滝窪町(廃屋のとなり) 前橋市市海窪町(廃屋のとなり) 高福市小坂子町 富土見町原之郷(赤城白川の近く) 邑楽郡邑楽町狸塚 羽生市西公園(小須賀付近) 羽生市本川俣(自宅跡地) 羽生市本川俣(自宅跡地) 羽生市市水張烏町 邑楽郡大泉町朝日付近 太田市南矢沢町 邑楽郡大泉町朝日付近 太田市南矢沢町 伊勢崎市赤鬼今町 前橋市上泉町 前橋市上泉町 前橋市上泉町 前橋市上泉町 前橋市上泉町 志治温泉そば 赤城小沼湖畔 赤城山頂駅(ロープウエイ)の駐車場 赤城少年自然の家の東約500mの湖畔	2011年8月5日 2011年8月5日 2011年8月5日 2011年8月5日 2011年8月5日 2011年8月5日 2011年8月21日 2011年8月21日 2011年8月21日 2011年8月21日 2011年8月21日 2011年8月21日 2011年8月21日 2011年8月21日 2011年8月21日 2011年8月31日 2011年8月31日 2011年8月31日 2011年8月30日 2011年8月30日 2011年8月30日 2011年8月30日	0,08 0,09 0,07 0,09 0,06 0,08 0,08 0,07 0,08 0,10 0,07 0,08 0,10 0,07 0,08 0,10 0,07 0,08 0,10 0,07 0,08 0,10 0,07 0,08 0,10 0,07 0,08 0,10 0,07 0,08 0,07 0,06 0,07 0,06 0,07 0,06 0,07 0,06 0,07 0,06 0,07 0,17 0,17 0,17 0,06 0,17 0,17 0,17 0,17 0,17 0,06 0,17 0,14 0,31 0,07 0,07 0,14 0,31 0,57	$\begin{array}{c} 0. 11 \\ 0. 08 \\ 0. 12 \\ 0. 13 \\ 0. 07 \\ 0. 11 \\ 0. 12 \\ 0. 08 \\ 0. 10 \\ 0. 12 \\ 0. 08 \\ 0. 10 \\ 0. 13 \\ 0. 12 \\ 0. 10 \\ 0. 10 \\ 0. 10 \\ 0. 10 \\ 0. 12 \\ 0. 09 \\ 0. 08 \\ 0. 06 \\ 0. 06 \\ 0. 06 \\ 0. 06 \\ 0. 23 \\ 0. 13 \\ 0. 20 \\ 0. 11 \\ 0. 30 \\ \end{array}$	8月22日 8月23日 8月23日 8月24日 8月24日 8月25日 8月28日 8月28日 8月28日 8月29日 8月29日 8月29日 8月29日 8月29日 8月30日 8月30日 8月30日 8月30日 9月5日 9月5日 9月5日 9月1日 9月1日 9月1日 9月1日	320 320 210 420 590 320 940 510 350 310 400 380 350 110 180 460 150 240 870 410 1270 530	360 360 240 480 670 1090 580 400 350 420 400 120 210 520 1020 480 1490 610 1180	680 680 680 450 900 1260 720 2030 1090 750 660 850 800 750 230 390 980 310 530 1890 890 2760 1140 2210	0.89 0.89 0.88 0.88 0.88 0.88 0.88 0.88
118 119 120 121 122 123 124 125 126 127 128 129 130 131 132 133 134 135 136 137 138	前橋市鼻毛石町(赤城寺の近く) 前橋市柏倉町 前橋市滝窪町(廃屋のとなり) 前橋市海窪町(廃屋のとなり) 前橋市小坂子町 富土見町原之郷(赤城白川の近く) 昌楽郡邑楽町狸塚 羽生市西公園(小須賀付近) 羽生市本川俣(自宅跡地) 羽生市下羽生 館林市小桑原町 2歳郡大泉町朝日付近 太田市南矢沢町 伊勢崎市赤堤今町 前橋市上泉町 前橋市上泉町 前橋市上泉町 前橋市上泉町 高橋市上泉町 高橋本上神町 忠治温泉そば 赤城小沼湖畔 赤城山頂駅(ロープウエイ)の駐車場 赤城沖40の町の駐車場 赤城沖40町の町車場	2011年8月5日 2011年8月5日 2011年8月5日 2011年8月5日 2011年8月5日 2011年8月5日 2011年8月5日 2011年8月21日 2011年8月21日 2011年8月21日 2011年8月21日 2011年8月21日 2011年8月21日 2011年8月21日 2011年8月21日 2011年8月21日 2011年8月31日 2011年8月31日 2011年8月31日 2011年8月30日 2011年8月30日 2011年8月30日 2011年8月30日 2011年8月30日 2011年8月30日	$\begin{array}{c} 0,08\\ 0,09\\ 0,07\\ 0,09\\ 0,06\\ 0,08\\ 0,08\\ 0,08\\ 0,07\\ 0,08\\ 0,10\\ 0,08\\ 0,10\\ 0,08\\ 0,10\\ 0,08\\ 0,10\\ 0,08\\ 0,07\\ 0,08\\ 0,08\\ 0,07\\ 0,08\\ 0,07\\ 0,08\\ 0,07\\ 0,06\\ 0,22\\ 0,17\\ 0,16\\ 0,14\\ 0,31\\ 0,22\\ \end{array}$	$\begin{array}{c} 0. 11 \\ 0. 08 \\ 0. 12 \\ 0. 13 \\ 0. 07 \\ 0. 11 \\ 0. 12 \\ 0. 08 \\ 0. 10 \\ 0. 12 \\ 0. 08 \\ 0. 10 \\ 0. 13 \\ 0. 12 \\ 0. 10 \\ 0. 12 \\ 0. 10 \\ 0. 12 \\ 0. 09 \\ 0. 08 \\ 0. 06 \\ 0. 06 \\ 0. 06 \\ 0. 06 \\ 0. 23 \\ 0. 13 \\ 0. 20 \\ 0. 11 \\ 0. 30 \\ 0. 24 \end{array}$	8月22日 8月23日 8月23日 8月24日 8月24日 8月25日 8月28日 8月28日 8月28日 8月29日 8月29日 8月29日 8月29日 8月29日 8月29日 8月30日 8月30日 8月31日 9月5日 9月5日 9月1日 9月1日 9月1日 9月1日 9月1日 9月2日	320 320 210 420 590 320 940 510 350 310 400 380 350 110 180 460 150 240 870 410 1270 530 1030	360 360 240 480 670 1090 580 400 350 420 400 120 210 520 1020 480 1020 480 1490 610	680 680 680 450 900 1260 720 2030 1090 750 660 850 800 750 230 390 980 310 530 890 2760 1140 2210	0.89 0.89 0.88 0.88 0.88 0.88 0.88 0.88
1118 119 120 121 122 123 124 125 126 127 128 129 130 131 132 133 134 135 136 137 138 139	前橋市鼻毛石町(赤城寺の近く) 前橋市柏倉町 前橋市海窪町(廃屋のとなり) 前橋市市海窪町(廃屋のとなり) 前橋市小坂子町 富土見町原之郷(赤城白川の近く) 置ま見町原之郷(赤城白川の近く) 置ま恵町原之郷(赤城白川の近く) 置ま市西公園(小須賀付近) 羽生市西公園(小須賀付近) 羽生市本川侯(自宅跡地) 羽生市本川侯(自宅跡地) 羽生市本川侯(自宅跡地) 羽生市本小葵原町 昆楽郡大泉町朝日付近 と楽郡大泉町朝日付近 と来町南矢沢町 伊勢崎市(中華楼跡) 伊勢崎市赤堀今町 前橋市上泉町 前橋市上泉町 前橋市上泉町 前橋市上泉町 前橋市上泉町 前橋市上泉町 新樹市大泉町 三〇〇〇〇〇〇〇〇〇〇〇〇〇〇〇〇〇〇〇〇〇〇〇〇〇〇〇〇〇〇〇〇〇〇〇〇	2011年8月5日 2011年8月5日 2011年8月5日 2011年8月5日 2011年8月5日 2011年8月5日 2011年8月5日 2011年8月5日 2011年8月5日 2011年8月21日 2011年8月21日 2011年8月21日 2011年8月21日 2011年8月21日 2011年8月21日 2011年8月21日 2011年8月21日 2011年8月31日 2011年8月31日 2011年8月31日 2011年8月30日 2011年8月30日 2011年8月30日 2011年8月30日 2011年8月30日 2011年8月30日	$\begin{array}{c} 0, 08 \\ 0, 09 \\ 0, 07 \\ 0, 09 \\ 0, 06 \\ 0, 08 \\ 0, 08 \\ 0, 08 \\ 0, 07 \\ 0, 08 \\ 0, 10 \\ 0, 07 \\ 0, 08 \\ 0, 10 \\ 0, 07 \\ 0, 08 \\ 0, 10 \\ 0, 08 \\ 0, 07 \\ 0, 08 \\ 0, 07 \\ 0, 08 \\ 0, 07 \\ 0, 06 \\ 0, 02 \\ 0, 17 \\ 0, 16 \\ 0, 14 \\ 0, 31 \\ 0, 22 \\ 0, 54 \\ \end{array}$	$\begin{array}{c} 0. 11 \\ 0. 08 \\ 0. 12 \\ 0. 13 \\ 0. 07 \\ 0. 11 \\ 0. 12 \\ 0. 08 \\ 0. 10 \\ 0. 12 \\ 0. 08 \\ 0. 10 \\ 0. 13 \\ 0. 12 \\ 0. 10 \\ 0. 13 \\ 0. 12 \\ 0. 10 \\ 0. 10 \\ 0. 12 \\ 0. 09 \\ 0. 08 \\ 0. 06 \\ 0. 06 \\ 0. 23 \\ 0. 13 \\ 0. 20 \\ 0. 11 \\ 0. 30 \\ 0. 24 \\ 0. 22 \end{array}$	8月22日 8月23日 8月23日 8月24日 8月24日 8月25日 8月28日 8月28日 8月28日 8月28日 8月29日 8月29日 8月29日 8月30日 8月30日 8月30日 9月5日 9月5日 9月5日 9月1日 9月1日 9月1日 9月1日 9月1日	320 320 210 420 590 320 940 510 350 310 400 380 350 110 180 460 150 240 870 410 1270 530 1030 1030	360 360 240 480 670 400 580 400 350 450 420 400 210 520 160 290 1020 160 290 1020 160 290 1020 160 290 1020 1180 1180	680 680 680 450 900 1260 720 2030 1090 750 660 850 800 750 390 980 310 530 890 2760 1140 2210 2180	0.89 0.89 0.88 0.88 0.88 0.88 0.88 0.88
1119 119 120 121 122 123 124 125 126 127 128 129 130 131 132 133 134 135 136 137 138 139 140	前橋市鼻毛石町(赤城寺の近く) 前橋市柏倉町 前橋市柏倉町 前橋市祐窪町(廃屋のとなり) 前橋市小坂子町 富土見町原之郷(赤城白川の近く) 邑楽郡邑楽町狸塚 羽生市西公園(小須賀付近) 羽生市本川俣(自宅跡地) 羽生市本小俣(自宅跡地) 羽生市市水奈島付近 羽生市下羽生 館林市小桑原町 邑楽郡大泉町朝日付近 太田市南矢沢町 伊勢崎市,中華楼跡) 伊勢崎市赤堀今町 前橋市上泉町 前橋市上泉町 前橋市上泉町 前橋市上泉町 前橋市上泉町 前橋市上泉町 前橋市上泉町 着橋市北〇〇〇〇〇〇〇〇〇〇〇〇〇〇〇〇〇〇〇〇〇〇〇〇〇〇〇〇〇〇〇〇〇〇〇〇	2011年8月5日 2011年8月5日 2011年8月5日 2011年8月5日 2011年8月5日 2011年8月5日 2011年8月5日 2011年8月21日 2011年8月21日 2011年8月21日 2011年8月21日 2011年8月21日 2011年8月21日 2011年8月21日 2011年8月21日 2011年8月21日 2011年8月31日 2011年8月31日 2011年8月30日 2011年8月30日 2011年8月30日 2011年8月30日 2011年8月30日 2011年8月30日 2011年8月30日	$\begin{array}{c} 0,08\\ 0,09\\ 0,07\\ 0,09\\ 0,06\\ 0,08\\ 0,08\\ 0,07\\ 0,08\\ 0,07\\ 0,08\\ 0,07\\ 0,08\\ 0,10\\ 0,07\\ 0,08\\ 0,10\\ 0,07\\ 0,08\\ 0,08\\ 0,08\\ 0,08\\ 0,08\\ 0,08\\ 0,08\\ 0,08\\ 0,08\\ 0,08\\ 0,08\\ 0,08\\ 0,01\\ 0,08\\ 0,01\\ 0,08\\ 0,01\\ 0,08\\ 0,01\\ 0,01\\ 0,08\\ 0,01\\ 0,03\\ 0,01\\ 0,02\\ 0,02\\ 0,024\\ 0,024\\ 0,024\\ 0,00\\ 0,$	$\begin{array}{c} 0. 11\\ 0. 08\\ 0. 12\\ 0. 13\\ 0. 07\\ 0. 11\\ 0. 12\\ 0. 08\\ 0. 10\\ 0. 12\\ 0. 08\\ 0. 10\\ 0. 13\\ 0. 12\\ 0. 10\\ 0. 10\\ 0. 12\\ 0. 09\\ 0. 08\\ 0. 06\\ 0. 06\\ 0. 06\\ 0. 06\\ 0. 23\\ 0. 13\\ 0. 20\\ 0. 11\\ 0. 30\\ 0. 24\\ 0. 30\\ \end{array}$	8月22日 8月23日 8月23日 8月24日 8月24日 8月25日 8月28日 8月28日 8月28日 8月29日 8月29日 8月29日 8月30日 8月30日 8月30日 8月30日 9月5日 9月5日 9月5日 9月5日 9月1日 9月1日 9月1日 9月1日 9月1日 9月1日 9月1日 9月1	320 320 210 420 590 320 940 510 350 310 400 380 350 110 180 460 150 240 870 410 1270 530 1030 1000 980	360 360 240 480 670 1090 580 400 350 450 420 400 120 210 520 1020 480 1020 480 1020 480 1180 1180 1140	$\begin{array}{c} 680\\ 680\\ 680\\ 450\\ 900\\ 1260\\ 720\\ 2030\\ 1090\\ 750\\ 660\\ 850\\ 850\\ 850\\ 850\\ 230\\ 390\\ 980\\ 310\\ 530\\ 1890\\ 890\\ 2760\\ 1140\\ 2210\\ 2180\\ 2120\\ \end{array}$	0.89 0.89 0.88 0.88 0.88 0.88 0.88 0.88 0.89 0.89 0.89 0.90 0.88 0.92 0.86 0.88 0.92 0.88 0.92 0.86 0.83 0.85 0.85 0.85 0.85 0.87 0.85 0.87 0.85 0.85 0.87 0.85 0.85 0.85 0.87 0.85
119 119 120 121 122 123 124 125 126 127 128 129 130 131 132 133 134 135 136 137 138 139 140 141	前橋市鼻毛石町(赤城寺の近く) 前橋市柏倉町 前橋市祐窪町(廃屋のとなり) 前橋市市坂子町 富土見町原之郷(赤城白川の近く) 邑楽郡邑楽町狸塚 羽生市西公園(小須賀付近) 羽生市本川俣(自宅跡地) 羽生市北荻島付近 羽生市北荻島付近 羽生市下羽生 館林市小桑原町 邑楽郡大泉町朝日付近 太田市南矢沢町 伊勢崎市赤堀今町 前橋市上泉町 前橋市上泉町 前橋市上泉町 前橋市上泉町 前橋市上泉町 前橋市上泉町 市橋泉天町 第 本城山頂駅(ローブウエイ)の駐車場 赤城小平割の 赤城の平自然の家の東約500mの湖畔 青木旅館の北約200m(北西側駐車場) 赤城パンガロー村の駐車場	2011年8月5日 2011年8月5日 2011年8月5日 2011年8月5日 2011年8月5日 2011年8月5日 2011年8月5日 2011年8月21日 2011年8月21日 2011年8月21日 2011年8月21日 2011年8月21日 2011年8月21日 2011年8月21日 2011年8月21日 2011年8月21日 2011年8月31日 2011年8月31日 2011年8月30日 2011年8月30日 2011年8月30日 2011年8月30日 2011年8月30日 2011年8月30日 2011年8月30日 2011年8月30日 2011年8月30日	$\begin{array}{c} 0,08\\ 0,09\\ 0,07\\ 0,09\\ 0,06\\ 0,08\\ 0,08\\ 0,07\\ 0,08\\ 0,07\\ 0,08\\ 0,10\\ 0,08\\ 0,10\\ 0,08\\ 0,10\\ 0,08\\ 0,07\\ 0,08\\ 0,08\\ 0,07\\ 0,08\\ 0,08\\ 0,07\\ 0,08\\ 0,07\\ 0,08\\ 0,07\\ 0,08\\ 0,07\\ 0,08\\ 0,07\\ 0,10\\ 0,08\\ 0,07\\ 0,10\\ 0,08\\ 0,07\\ 0,10\\ 0,08\\ 0,07\\ 0,08\\ 0,08\\ 0,08\\ 0,07\\ 0,08\\$	$\begin{array}{c} 0. 11\\ 0. 08\\ 0. 12\\ 0. 13\\ 0. 07\\ 0. 11\\ 0. 12\\ 0. 08\\ 0. 10\\ 0. 12\\ 0. 08\\ 0. 10\\ 0. 13\\ 0. 12\\ 0. 10\\ 0. 12\\ 0. 10\\ 0. 12\\ 0. 09\\ 0. 08\\ 0. 06\\ 0. 06\\ 0. 06\\ 0. 23\\ 0. 13\\ 0. 20\\ 0. 11\\ 0. 30\\ 0. 24\\ 0. 30\\ 0. 20\\ \end{array}$	8月22日 8月23日 8月23日 8月24日 8月24日 8月25日 8月28日 8月28日 8月28日 8月29日 8月29日 8月29日 8月30日 8月30日 8月30日 8月30日 9月5日 9月5日 9月5日 9月5日 9月1日 9月1日 9月1日 9月1日 9月1日 9月1日 9月2日 8月31日 9月2日	320 320 210 420 590 320 940 510 350 310 400 380 350 110 180 460 150 240 870 410 1270 530 1030 1000 980 550	360 360 240 480 670 1090 580 400 350 420 400 120 210 520 160 290 1020 480 1490 610 1180 1180 1140 630	1870 680 680 450 900 1260 720 2030 1090 750 660 850 800 750 230 390 980 310 530 1890 890 2760 1140 2210 1180	0.89 0.89 0.88 0.88 0.88 0.88 0.88 0.89 0.89
1119 119 120 121 122 123 124 125 126 127 128 129 130 131 132 133 134 135 136 137 138 139 140 141 142 144 142 144 144 144 144	前橋市鼻毛石町(赤城寺の近く) 前橋市柏倉町 前橋市祐室窪町(廃屋のとなり) 前橋市市坂子町 富土見町原之郷(赤城白川の近く) 邑楽郡邑楽町狸塚 羽生市西公園(小須賀付近) 羽生市本川俣(自宅跡地) 羽生市本川俣(自宅跡地) 羽生市市水奈島付近 羽生市下羽生 館林市小桑原町 邑楽郡大泉町朝日付近 太田市南矢沢町 伊勢崎市(中華楼跡) 伊勢崎市赤堀今町 前橋市上泉町 恵治温泉そば 赤城小沼湖畔 赤城山頂駅(ロープウエイ)の駐車場 赤城中社の西の駐車場 赤城第ンガロー村の駐車場 赤城第一スキー場の駐車場 赤城第一スキー場の駐車場	2011年8月5日 2011年8月5日 2011年8月5日 2011年8月5日 2011年8月5日 2011年8月5日 2011年8月5日 2011年8月21日 2011年8月21日 2011年8月21日 2011年8月21日 2011年8月21日 2011年8月21日 2011年8月21日 2011年8月21日 2011年8月21日 2011年8月21日 2011年8月31日 2011年8月31日 2011年8月30日 2011年8月30日 2011年8月30日 2011年8月30日 2011年8月30日 2011年8月30日 2011年8月30日 2011年8月30日	$\begin{array}{c} 0.08\\ 0.09\\ 0.07\\ 0.09\\ 0.06\\ 0.08\\ 0.08\\ 0.08\\ 0.07\\ 0.08\\ 0.07\\ 0.08\\ 0.10\\ 0.08\\ 0.10\\ 0.08\\ 0.10\\ 0.08\\ 0.10\\ 0.08\\ 0.07\\ 0.08\\ 0.07\\ 0.08\\ 0.07\\ 0.06\\ 0.22\\ 0.17\\ 0.16\\ 0.14\\ 0.31\\ 0.22\\ 0.24\\ 0.24\\ 0.19\\ 0.13\\ \end{array}$	$\begin{array}{c} 0. 11 \\ 0. 08 \\ 0. 12 \\ 0. 13 \\ 0. 07 \\ 0. 11 \\ 0. 12 \\ 0. 08 \\ 0. 10 \\ 0. 12 \\ 0. 08 \\ 0. 10 \\ 0. 13 \\ 0. 12 \\ 0. 10 \\ 0. 12 \\ 0. 10 \\ 0. 12 \\ 0. 09 \\ 0. 08 \\ 0. 06 \\ 0. 23 \\ 0. 13 \\ 0. 20 \\ 0. 11 \\ 0. 30 \\ 0. 24 \\ 0. 30 \\ 0. 20 \\ 0. 16 \\ \end{array}$	8月22日 8月23日 8月23日 8月24日 8月24日 8月25日 8月28日 8月28日 8月28日 8月29日 8月29日 8月29日 8月30日 8月30日 9月5日 9月5日 9月5日 9月1日 9月1日 9月1日 9月2日 9月2日 9月2日 9月2日 9月2日 9月4日	320 320 210 420 590 320 940 510 350 310 400 380 350 110 180 460 150 240 870 410 1270 530 1030 1000 980 550 1140	360 360 240 480 670 1090 580 400 350 420 400 120 210 520 160 290 1020 480 1490 610 1180 1180 1140 630 1360	680 680 680 450 900 1260 720 2030 1090 750 660 850 800 750 390 980 310 530 1890 2760 1140 22180 2120 1180 2500	0.89 0.89 0.88 0.88 0.88 0.88 0.88 0.88 0.88 0.89 0.90 0.90 0.88 0.92 0.90 0.88 0.92 0.86 0.88 0.94 0.85 0.85 0.85 0.85 0.85 0.85 0.87 0.85 0.87 0.85
1119 119 120 121 122 123 124 125 126 127 128 129 130 131 132 133 134 135 136 137 138 139 140 141 142 143	前橋市鼻毛石町(赤城寺の近く) 前橋市柏倉町 前橋市柏倉町 前橋市小坂子町 富土見町原之郷(赤城白川の近く) 邑楽郡邑楽町狸塚 羽生市西公園(小須賀付近) 羽生市本川俣(自宅跡地) 羽生市本水孫島付近 羽生市本水孫島付近 羽生市本水奈町町 邑楽郡大泉町朝日付近 太田市南矢沢町 伊勢崎市(中華楼跡) 伊勢崎市水爆久町 前橋市上泉町 前橋市上泉町 前橋市上泉町 前橋市上泉町 前橋市上泉町 前橋市上泉町 前橋市上泉町 着橋市と泉町 第一〇〇〇〇〇〇〇〇〇〇〇〇〇〇〇〇〇〇〇〇〇〇〇〇〇〇〇〇〇〇〇〇〇〇〇〇	2011年8月5日 2011年8月5日 2011年8月5日 2011年8月5日 2011年8月5日 2011年8月5日 2011年8月21日 2011年8月21日 2011年8月21日 2011年8月21日 2011年8月21日 2011年8月21日 2011年8月21日 2011年8月21日 2011年8月21日 2011年8月21日 2011年8月21日 2011年8月31日 2011年8月31日 2011年8月30日 2011年8月30日 2011年8月30日 2011年8月30日 2011年8月30日 2011年8月30日 2011年8月30日 2011年8月30日	$\begin{array}{c} 0,08\\ 0,09\\ 0,07\\ 0,09\\ 0,06\\ 0,08\\ 0,08\\ 0,08\\ 0,07\\ 0,08\\ 0,07\\ 0,08\\ 0,10\\ 0,08\\ 0,10\\ 0,08\\ 0,10\\ 0,08\\ 0,07\\ 0,08\\ 0,08\\ 0,08\\ 0,07\\ 0,06\\ 0,22\\ 0,17\\ 0,06\\ 0,06\\ 0,22\\ 0,17\\ 0,16\\ 0,14\\ 0,31\\ 0,22\\ 0,24\\ 0,19\\ 0,13\\ 0,16\\ \end{array}$	$\begin{array}{c} 0. 11 \\ 0. 08 \\ 0. 12 \\ 0. 13 \\ 0. 07 \\ 0. 11 \\ 0. 12 \\ 0. 08 \\ 0. 10 \\ 0. 12 \\ 0. 08 \\ 0. 10 \\ 0. 13 \\ 0. 12 \\ 0. 10 \\ 0. 13 \\ 0. 12 \\ 0. 09 \\ 0. 08 \\ 0. 06 \\ 0. 08 \\ 0. 06 \\ 0. 08 \\ 0. 06 \\ 0. 08 \\ 0. 06 \\ 0. 23 \\ 0. 13 \\ 0. 20 \\ 0. 11 \\ 0. 30 \\ 0. 24 \\ 0. 30 \\ 0. 20 \\ 0. 16 \\ 0. 25 \\ \end{array}$	8月22日 8月23日 8月23日 8月24日 8月24日 8月25日 8月28日 8月28日 8月28日 8月28日 8月29日 8月29日 8月29日 8月29日 8月30日 8月30日 9月5日 9月5日 9月5日 9月1日 9月1日 9月1日 9月1日 9月1日 9月2日 8月31日 9月2日 8月31日 9月2日 9月4日	320 320 210 420 590 320 940 510 350 310 400 380 350 110 180 460 150 240 870 410 1270 530 1030 1000 980 550 550 1140 510	360 360 240 480 670 400 1090 580 400 350 450 420 400 120 210 520 160 290 1020 480 1020 480 1180 1180 1180 1180 590	680 680 680 450 900 1260 720 2030 1090 750 660 850 800 750 230 390 980 310 530 1890 890 2760 1140 2120 1180 2500 1100	0. 89 0. 89 0. 88 0. 88 0. 88 0. 88 0. 88 0. 88 0. 88 0. 89 0. 99 0. 90 0. 88 0. 92 0. 86 0. 88 0. 94 0. 85 0. 85 0. 85 0. 85 0. 85 0. 87 0. 87 0. 87 0. 87 0. 84 0. 84 0. 84 0. 87 0. 86
1119 119 120 121 122 123 124 125 126 127 128 129 130 131 132 133 134 135 136 137 138 139 140 141 142 143 144	前橋市鼻毛石町(赤城寺の近く) 前橋市柏倉町 前橋市祐窪町(廃屋のとなり) 前橋市祐窪町(廃屋のとなり) 前橋市小坂子町 富土見町原之郷(赤城白川の近く) 邑楽郡邑楽町狸塚 羽生市西公園(小須賀付近) 羽生市本川俣(自宅跡地) 羽生市本川俣(自宅跡地) 羽生市北荻島付近 羽生市下羽生 館林市小桑原町 邑楽郡大泉町朝日付近 太田市南矢沢町 伊勢崎市赤堀今町 前橋市上泉町 前橋市上泉町 前橋市上泉町 前橋市上泉町 前橋市上泉町 前橋市上泉町 前橋市上泉町 前橋市上泉町 市橋水沼湖畔 赤城山頂駅(ロープウエイ)の駐車場 赤城小沼湖畔 赤城公ガロー村の駐車場 赤城ペンガロー村の駐車場 赤城第一スキー場の駐車場 赤城第一スキー場の駐車場 赤城第一スキー場の軽車場	2011年8月5日 2011年8月5日 2011年8月5日 2011年8月5日 2011年8月5日 2011年8月5日 2011年8月5日 2011年8月21日 2011年8月21日 2011年8月21日 2011年8月21日 2011年8月21日 2011年8月21日 2011年8月21日 2011年8月21日 2011年8月21日 2011年8月31日 2011年8月31日 2011年8月31日 2011年8月30日 2011年8月30日 2011年8月30日 2011年8月30日 2011年8月30日 2011年8月30日 2011年8月30日 2011年8月30日 2011年8月30日 2011年8月30日 2011年8月30日 2011年8月30日 2011年8月30日	$\begin{array}{c} 0,08\\ 0,09\\ 0,07\\ 0,09\\ 0,06\\ 0,08\\ 0,08\\ 0,07\\ 0,08\\ 0,07\\ 0,08\\ 0,07\\ 0,08\\ 0,10\\ 0,07\\ 0,08\\ 0,10\\ 0,07\\ 0,08\\ 0,10\\ 0,08\\$	$\begin{array}{c} 0. 11\\ 0. 08\\ 0. 12\\ 0. 13\\ 0. 07\\ 0. 11\\ 0. 12\\ 0. 08\\ 0. 10\\ 0. 12\\ 0. 08\\ 0. 10\\ 0. 13\\ 0. 12\\ 0. 10\\ 0. 10\\ 0. 10\\ 0. 10\\ 0. 12\\ 0. 09\\ 0. 08\\ 0. 06\\ 0. 06\\ 0. 06\\ 0. 06\\ 0. 06\\ 0. 06\\ 0. 23\\ 0. 13\\ 0. 20\\ 0. 11\\ 0. 30\\ 0. 24\\ 0. 30\\ 0. 24\\ 0. 30\\ 0. 25\\ 0. 17\\ \end{array}$	8月22日 8月23日 8月23日 8月24日 8月24日 8月25日 8月28日 8月28日 8月28日 8月28日 8月29日 8月29日 8月29日 8月30日 8月30日 8月30日 8月30日 8月30日 9月5日 9月5日 9月5日 9月1日 9月1日 9月1日 9月1日 9月1日 9月2日 9月1日 9月2日 8月31日 9月2日 9月4日 9月4日 9月4日 9月4日	320 320 210 420 590 320 940 510 350 310 400 380 350 110 180 460 150 240 870 410 1270 530 1030 1000 980 550 1140	360 360 240 480 670 1090 580 400 350 420 400 120 210 520 1020 480 1490 610 1180 1180 1180 1180 1380	680 680 680 450 900 1260 720 2030 1090 750 660 850 800 750 230 390 980 310 530 1890 890 2760 1140 210 1180 2500 1100 2560	0.89 0.89 0.88 0.88 0.88 0.88 0.88 0.88 0.89 0.89 0.90 0.89 0.90 0.88 0.92 0.86 0.88 0.92 0.85
1119 119 120 121 122 123 124 125 126 127 128 129 130 131 132 133 134 135 136 137 138 139 140 141 142 144 145 144 145 146 147 148 149 149 149 149 140 141 142 148 149 149 149 149 149 149 149 149	前橋市鼻毛石町(赤城寺の近く) 前橋市柏倉町 前橋市祐窪町(廃屋のとなり) 前橋市市坂子町 富土見町原之郷(赤城白川の近く) 昌楽郡邑楽町狸塚 羽生市西公園(小須賀付近) 羽生市西公園(小須賀付近) 羽生市本川俣(自宅跡地) 羽生市下羽生 館林市小桑原町 2次郡市南久沢町 伊勢崎市(中華楼跡) 伊勢崎市赤堤今町 前橋市上泉町 前橋市上泉町 前橋市上泉町 前橋市上泉町 高橋市朱和の野本 参城山百駅(ロープウエイ)の駐車場 赤城少年自然の家の東約500mの湖畔 青木旅館の北約200m(北西側駐車場) 赤城がツゴー村の駐車場 赤城第一スキー場の駐車場 赤城第一スキー場の駐車場 赤城第一スキー場の駐車場	2011年8月5日 2011年8月5日 2011年8月5日 2011年8月5日 2011年8月5日 2011年8月5日 2011年8月5日 2011年8月21日 2011年8月21日 2011年8月21日 2011年8月21日 2011年8月21日 2011年8月21日 2011年8月21日 2011年8月21日 2011年8月21日 2011年8月21日 2011年8月21日 2011年8月31日 2011年8月31日 2011年8月30日 2011年8月30日 2011年8月30日 2011年8月30日 2011年8月30日 2011年8月30日 2011年8月30日 2011年8月30日 2011年8月30日 2011年8月30日 2011年8月30日 2011年8月30日 2011年8月30日	$\begin{array}{c} 0.08\\ 0.09\\ 0.07\\ 0.07\\ 0.09\\ 0.06\\ 0.08\\ 0.08\\ 0.08\\ 0.07\\ 0.08\\ 0.07\\ 0.08\\ 0.10\\ 0.07\\ 0.08\\ 0.10\\ 0.07\\ 0.08\\ 0.10\\ 0.08\\ 0.10\\ 0.08\\ 0.07\\ 0.08\\ 0.07\\ 0.08\\ 0.07\\ 0.08\\ 0.07\\ 0.08\\ 0.07\\ 0.08\\ 0.07\\ 0.08\\ 0.01\\ 0.08\\ 0.02\\ 0.10\\ 0.08\\ 0.02\\ 0.02\\ 0.00\\$	$\begin{array}{c} 0. 11\\ 0. 08\\ 0. 12\\ 0. 13\\ 0. 07\\ 0. 11\\ 0. 12\\ 0. 08\\ 0. 10\\ 0. 12\\ 0. 08\\ 0. 10\\ 0. 13\\ 0. 12\\ 0. 10\\ 0. 13\\ 0. 12\\ 0. 10\\ 0. 12\\ 0. 09\\ 0. 08\\ 0. 06\\ 0. 09\\ 0. 08\\ 0. 06\\ 0. 08\\ 0. 06\\ 0. 23\\ 0. 13\\ 0. 20\\ 0. 11\\ 0. 30\\ 0. 24\\ 0. 30\\ 0. 20\\ 0. 16\\ 0. 25\\ 0. 17\\ 0. 22\\ 0. 17\\ 0. 22\\ 0. 17\\ 0. 22\\ 0. 17\\ 0. 22\\ 0. 17\\ 0. 22\\ 0. 17\\ 0. 22\\ 0. 17\\ 0. 22\\ 0. 17\\ 0. 22\\ 0. 17\\ 0. 22\\ 0. 17\\ 0. 22\\ 0. 17\\ 0. 22\\ 0. 17\\ 0. 22\\ 0. 17\\ 0. 22\\ 0. 17\\ 0. 22\\ 0. 17\\ 0. 22\\ 0. 17\\ 0. 22\\ 0. 18\\ 0.$	8月22日 8月23日 8月23日 8月24日 8月24日 8月25日 8月28日 8月28日 8月28日 8月29日 8月29日 8月29日 8月29日 8月30日 8月30日 8月30日 9月5日 9月5日 9月5日 9月5日 9月1日 9月1日 9月1日 9月1日 9月1日 9月2日 9月2日 9月2日 9月2日 9月4日 9月3日	320 320 210 420 590 320 940 510 350 310 400 380 350 110 180 460 150 240 870 410 1270 530 1030 1030 1000 980 550 1140 510	360 360 240 480 670 1090 580 400 350 420 400 120 210 520 1020 480 120 290 1020 480 1490 610 1180 1180 1180 1180 590 1360 590	680 680 680 450 900 1260 720 2030 1090 750 660 850 800 750 230 390 980 310 530 890 2760 1140 2180 2120 1180 2500 1100 2560	0. 89 0. 89 0. 88 0. 88 0. 88 0. 88 0. 88 0. 88 0. 88 0. 88 0. 89 0. 90 0. 88 0. 92 0. 86 0. 88 0. 94 0. 83 0. 85 0. 85 0. 85 0. 85 0. 85 0. 87 0. 87 0. 87 0. 87 0. 86 0. 88

146	高崎市榛名湖町(その3)	2011年8月30日	0.20	0.20	9月3日	500	580	1080	0.86
147	高崎市榛名山町(その1)	2011年8月30日	0.13	0.24	9月4日	1430	1640	3070	0.87
1/0	高崎市接名山町 (その9)	2011年9月20日	0.12	0.21	0月1日	1050	1920	2220	0.95
140		2011年8月30日	0.12	0.21	9月4日	1050	1230	2200	0.85
149	高 崎巾卜至田町	2011年8月30日	0.14	0.16	9月4日	810	950	1760	0.85
150	吉岡町上野田	2011年8月31日	0.10	0.20	9月6日	890	1040	1930	0.86
151	棒東村山子田	2011年8月31日	0.07	0.14	9日7日	590	680	1270	0.87
101	古藝士伊達田町		0.00	0.11	0 87 8	030	000	500	0.01
152	同可目床伋口可	2011年8月31日	0.06	0.09	9月7日	270	310	580	0.87
153	高崎市箕郷町西明屋	2011年8月31日	0.09	0.16	9月8日	610	700	1310	0.87
154	高崎市下小塙町	2011年8月31日	0.07	0,09	9月8日	110	130	240	0.85
155	京藝市循環町	2011年9月21日	0.06	0.09	0 8 0 8	150	190	220	0.92
155	同间门政体门	2011年8月31日	0.00	0.08	9月9日	130	160	330	0.85
156	伊勢崎市韮塚町	2011年9月5日	0.06	0.08	9月9日	170	190	360	0.89
157	前橋市駒形町	2011年9月5日	0.06	0.08	9月9日	120	130	250	0.92
159	前橋市公田町	2011年0月5日	0.06	0.06	0808	300	460	850	0.85
150	同間市公園の 国屋ダナルノレビス(辺田士利福崎国屋)	2011年9月3日	0.00	0.00	<u> </u>	100	400	000	0.03
159	園原ダムサイト近く(沿田巾利根町園原)	2011年9月24日	0.09	0.09	9月30日	130	150	280	0.87
160	老神温泉(沼田市利根町老神)	2011年9月24日	0.09	0.10	10月2日	90	110	200	0.82
161	老神温泉(沼田市利根町高戸谷)	2011年9月24日	0.12	0.15	10月5日	380	450	830	0.84
101	辺田志利坦町泊日		0.10	0.10	10 8 9 8	220	100	700	0.01
162	伯田印利俄可坦莫	2011年9月24日	0.15	0.16	10月3日	330	400	730	0.85
163	片品温泉 (片品村土出)	2011年9月24日	0.18	0.34	10月4日	700	850	1550	0.82
164	大清水(片品村戸倉)	2011年9月24日	0.11	0.15	10月6日	110	150	260	0.73
165	百合涅皂(片品材百合)	2011年0月24日	0.18	0.20	10日5日	1020	1230	2250	0.83
105		2011年9月24日	0.10	0.20	10/10/1	1020	1230	2230	0.03
166	椎坂疇(沿田巾利根町園原)	2011年9月24日	0.15	0.27	10月6日	740	890	1630	0.83
167	沼田市白沢町高平	2011年9月24日	0.21	0.24	10月12日	910	1090	2000	0.83
168	沼田市白沢町上古語父	2011年9月24日	0.38	0.51	10日2日	3030	3630	6660	0.83
100			0.00	0.01	0 8 20 8	0000	010	1470	0.00
169	駅の道近くの父左息(川場村秋堂)	2011年9月24日	0.21	0.20	9月30日	660	810	1470	0.81
170	いわた橋(川場村萩室)	2011年9月24日	0.43	0.46	10月12日	1600	1910	3510	0.84
171	中学校バックネット裏 (川場村)	2011年9月24日	0,45	0, 59	10月13日	1110	1330	2440	0.83
170	川揖渭寛(川指料川椙洧県)	2011年0日24日	0.96	0.57	10890	9410	2000	E000	0.00
1/2		2011年9月24日	0.30	0.57	10月2日	2410	2920	5330	0.83
173	中川場神社 (川場村門前)	2011年9月24日	0.38	0.61	10月2日	5610	6860	12470	0.82
174	川場スキー場第2駐車場その1	2011年9月24日	0.28	0, 30	10月2日	2010	2450	4460	0.82
175	川県スキー県第9駐車県その9	2011年0月24日	0.97	0.51	10日2日	2760	4500	8260	0.94
175		2011年9月24日	0.27	0.51	10月2日	3700	4500	0200	0.04
176	川場スキー場へ行く途甲(川場湯原)	2011年9月24日	0.35	0.44	10月2日	2810	3370	6180	0.83
177	沼田市奈良町(星の降る森)道の途中	2011年9月24日	0.27	0.45	10月7日	1300	1580	2880	0.82
178	玉原湖駐車場(沼田市上発地町)	2011年9月24日	0.25	0.36	10日2日	740	890	1630	0.83
170			0.20	0.00	10/124	710	000	1000	0.00
179	緑林公園21世紀の縦(沿田市上免地町)	2011年9月24日	0.27	0.37	10月3日	720	890	1610	0.81
180	交差点そば(沼田市上発地町)	2011年9月24日	0.32	0.42	10月11日	1720	2060	3780	0.83
181	沼田市岡谷町	2011年9月24日	0.23	0.34	10月11日	820	990	1810	0.83
101	埴待峠入り口(片日村百合)	2011年10月1日	0.10	0.01	10月16日	150	190	220	0.00
164	局付下入り口(月 四村 戸 启)	2011年10月1日	0.10	0.10	10月10日	150	180	330	0.85
183	「中六峠(こんろくとうけ)(片品村戸倉)	2011年10月1日	0.07	0.08	10月18日	69	85	150	0.81
184	奥利根水源の森(みなかみ町藤原)	2011年10月1日	0.06	0.06	10月17日	190	230	420	0.83
195	昭華峡(てろけきょう)(みたかみ町藤原)	2011年10日1日	0.10	0.12	10日17日	19	24	49	0.75
100	「「木切(てつほどよう)(「おりの「小」」「「水切」	2011年10月1日	0.10	0.12	10月17日	1100	10.40	44	0.13
186	余良侯ダム(みなかみ町藤原)	2011年10月1日	0.20	0.18	10月16日	1130	1340	2470	0.84
187	須田貝ダム (みなかみ町藤原)	2011年10月1日	0.30	0.34	10月16日	310	380	690	0.82
188	宝川温泉入り口(みなかみ町藤原)	2011年10月1日	0.17	0.17	10日16日	480	590	1070	0.81
100	遊 「 「 」 「 」 () なん) 「 「 」 () なん) 「 」 () なん) 町 藤 百)	2011/10/11	0.11	0.11	10月15日	1040	1070	0010	0.01
189	藤原クムリイト(みなかの町藤原)	2011年10月1日	0.22	0.32	10月15日	1040	1270	2310	0.82
190	大穴(交差点そば)(みなかみ町大穴)	2011年10月1日	0.26	0.24	10月15日	370	450	820	0.82
191	土合駅近く(みなかみ町湯檜曽)	2011年10月1日	0.16	0.12	10月15日	670	820	1490	0.82
102	水上駅 (みたかみ町庫野沢)	2011年10日1日	0.25	0.33	10日15日	1270	1540	2810	0.82
192		2011年10月1日	0.23	0.00	10月13日	1270	1540	2010	0.02
193	上牧駅四 (みなかみ町上牧)	2011年10月1日	0.15	0.23	10月15日	1240	1500	2740	0.83
194	上毛高原駅(みなかみ町月夜野)	2011年10月1日	0.12	0.17	10月19日	510	620	1130	0.82
195	法師温泉(500m南) (みなかみ町永井)	2011年10月1日	0.15	0.17	10月19日	310	380	690	0.82
100	注 師 須 自 丸 り ロ 17 早 須) (7 わ み 7 町 シ 井)	9011年10月1日	0.14	0.91	10 8 90 8	060	1170	0120	0.00
190		2011年10月1日	0.14	0.21	10月20日	900	1170	2130	0.62
197	赤谷湖(みなかみ町猿ヶ京)	2011年10月1日	0.18	0.18	10月20日	1210	1500	2710	0.81
198	下新田(みなかみ町羽場)	2011年10月1日	0.10	0.12	10月21日	1400	1680	3080	0.83
190	中山交差点(高山村中山)	2011年10月1日	0 11	0.17	10月21日	580	710	1290	0.82
200	真山耕怨惧 (真山耕市山)	2011年10月1日	0.11	0.17	10 8 10 8	600	790	1220	0.02
200	同山竹仅笏(同山竹中山)	2011年10月1日	0.11	0.17	10月12日	600	730	1550	0.82
201	川田小学校西1km(沼田市尾形原町)	2011年10月1日	0.11	0.17	10月22日	220	280	500	0.79
202	昭和村川額	2011年10月1日	0.06	0.06	10月22日	210	260	470	0.81
203	北橘歷中資料館 (渋川市北橘町直辟)	2011年10日8日	0.17	0.17	10日30日	440	540	080	0.81
203	北個企業員行時(低川市北個号業型)	2011年10月8日	0.17	0.17	10月30日	440	540	960	0.01
204	于持総合文所 (依川市吹産)	2011年10月8日	0.11	0.19	10月30日	680	820	1500	0.83
205	上毛森林C.C. (渋川市小野子)	2011年10月8日	0.35	0.60	10月30日	1290	1570	2860	0.82
206	群馬天文台入口 (高山村中山)	2011年10月8日	0.38	0.51	10月31日	8130	9890	18020	0.82
200	構民 (中之冬町構)	2011年10月0日	0.11	0.16	10 8 99 11	2200	2000	700	0.04
207	(現宅(十之未可(現)	2011年10月8日	0.11	0.16	10月22日	320	380	700	0.84
208	甲乙余局校(甲乙条町中之条)	2011年10月8日	0.12	0.16	10月26日	430	520	950	0.83
209	四万温泉上部の道路際(中之条町四万)	2011年10月8日	0.31	0.38	10月22日	1890	2300	4190	0.82
210	四万温泉の入り口 (中之条町四万)	2011年10日8日	0.17	0.16	10月22日	610	760	1370	0.80
011		0011/E10 B 0 B	0.10	0.10	10 0 07 0	010	100	1010	0.00
211	译田小子仪四力(甲之条町下沢渡)	2011年10月8日	0.12	0.17	10月27日	270	330	600	0.82
212	鄉原駅 (東吾妻町郷原)	2011年10月8日	0.20	0.41	10月23日	1150	1400	2550	0.82
213	岩下駅 (東吾妻町岩下)	2011年10月8日	0.09	0.10	10月23日	460	560	1020	0.82
914	原 涅 追 え れ ロ (宙 五 毒 軒 原 温)	2011年10日0日	0.00	0.00	10 8 94 0	260	200	E00	0.02
414		2011年10月0日	0.09	0.09	10月24日	200	340	000	0.01
215	長野原早澤山駅(長野原町長野原)	2011年10月8日	0.08	0.13	10月24日	440	540	980	0.81
216	太子(龍澤寺) (六合村日影)	2011年10月8日	0.09	0.14	10月25日	220	270	490	0.81
217	野反湖その1 (六合村入山)	2011年10日8日	0 10	0.15	10月25日	330	390	720	0.85
010	野屋湖をの9 (た合社1山)	2011年10月0日	0.14	0.17	10 8 96 1	600	770	1200	0.00
218		2011年10月8日	0.14	0.17	10月20日	020	110	1290	0.81
219	化敷温泉 (六合村入山)	2011年10月8日	0.21	0.28	10月30日	1300	1580	2880	0.82
220	湯の平温泉(六合村入山)	2011年10月8日	0.18	0.27	10月26日	870	1060	1930	0.82

991 莨	津C C 北 (草津町前口)	2011年10日9日	0.13	0.15	10日28日	540	660	1200	0.82
221 年 222 万	座温泉ハイウエーそば (嬬恋村門員)	2011年10月9日	0.13	0.13	10月28日	45	56	100	0.82
223 バ	ラギ湖畔 (嬬恋村千俣)	2011年10月9日	0.09	0.10	10月27日	160	200	360	0.80
224 ⊞	代湖の西方 (嬬恋村田代)	2011年10月9日	0.06	0.10	11月1日	250	310	560	0.81
225 F	田市菅平入り口(上田市真田町長)	2011年10月9日	0.06	0.06	11月1日	62	81	140	0.01
226 鳴	岩橋北東500m(嬬恋村大笹)	2011年10月9日	0.12	0.00	11月3日	1530	1900	3430	0.81
227 鬼	押し出し北方(嬬恋村鎌原)	2011年10月9日	0.08	0.08	11月3日	36	44	80	0.82
228 牧	野宮神社 (長野原町北軽井沢)	2011年10月9日	0.06	0.05	11月4日	140	170	310	0.82
229 駒	勞山東方(高崎市倉渕町川添)	2011年10月9日	0.10	0.11	11月3日	230	290	520	0.79
230 日	印無し(高崎市倉渕町川添)	2011年10月9日	0.18	0.23	11月4日	590	720	1310	0.82
231 倉	渕支所(高崎市倉渕町三ノ倉)	2011年10月9日	0.14	0.21	10月29日	570	710	1280	0.80
232 倉	渕中央小学校北方(倉渕町権田)	2011年10月9日	0, 18	0.22	10月29日	540	630	1170	0, 86
233 古	賀良山西方約3km (東吾妻町大戸)	2011年10月9日	0, 15	0, 29	10月29日	1000	1220	2220	0, 82
234 薬	師温泉東方 (東吾妻町須賀尾)	2011年10月9日	0, 10	0, 13	11月4日	330	400	730	0, 83
235 大	津交差点 (長野原町大津)	2011年10月9日	0.10	0.12	11月2日	350	420	770	0.83
236 万	座鹿沢口駅 (嬬恋村三原)	2011年10月9日	0.14	0.16	11月2日	300	370	670	0.81
237 草	津セミナーハウス裏(草津町草津)	2011年10月10日	0, 18	0, 28	10月31日	430	540	970	0, 80
238 西	中学校グラウンド横(長野原町応桑)	2011年10月10日	0, 10	0, 10	10月29日	400	500	900	0, 80
239 軽	井沢駅東方 (軽井沢町軽井沢)	2011年10月10日	0.15	0.16	11月5日	160	200	360	0.80
240 碓	井湖東方 (安中市松井田町坂本)	2011年10月10日	0.16	0.20	11月6日	1740	2140	3880	0.81
241 霧	積温泉 (安中市松井田町坂本)	2011年10月10日	0.22	0.35	11月3日	330	410	740	0.80
242 五	料平 (安中市松井田町五料)	2011年10月10日	0.18	0.23	11月6日	1330	1630	2960	0.82
243 高	戸谷山北東1km (安中市松井田町上益田)	2011年10月10日	0.35	0.57	11月3日	2550	3030	5580	0.84
244 秋	間梅林 (安中市上後閑)	2011年10月10日	0.19	0.21	11月3日	1170	1410	2580	0.83
245 磯	部入り口 (安中市郷原)	2011年10月10日	0.08	0.09	11月6日	330	400	730	0.83
246 碓	井病院入り口交差点 (安中市原市)	2011年10月10日	0.09	0.11	11月6日	150	190	340	0.79
247 板	鼻変電所 (安中市中宿)	2011年10月10日	0.08	0.12	11月6日	310	380	690	0.82
248 宗	伝寺西方 (吉井町上奥平)	2011年10月10日	0.08	0.13	11月7日	350	440	790	0.80
249 岩	戸小学校 (吉井町下奥平)	2011年10月10日	0.06	0.08	11月7日	46	63	110	0.73
250 吉	井町役場(吉井町吉井)	2011年10月10日	0.05	0.06	11月7日	4	8	12	0.50
251 七	興山古墳東方 (藤岡市本動堂)	2011年10月10日	0.09	0.09	11月8日	72	80	150	0.90
252 新	町駅東方 (高崎市新町)	2011年10月10日	0.04	0.06	11月8日	5	9	14	0.56
253 富	岡駅西(富岡市富岡)	2011年10月13日	0.08	0.14	11月5日	130	160	290	0.81
254 下	仁田駅南(下仁田町下仁田)	2011年10月13日	0.18	0.23	11月5日	480	590	1070	0.81
255 物	語山西方 (下仁田町南野牧)	2011年10月13日	0.12	0.16	11月5日	260	320	580	0.81
256 南	牧小学校南(南牧村千原)	2011年10月13日	0.14	0.20	11月5日	140	180	320	0.78
257 塩	ノ沢温泉 (上野村楢原)	2011年10月13日	0.20	0.26	11月5日	770	1010	1780	0.76
258 不	二洞入り口(上野村川和)	2011年10月13日	0.14	0.18	11月10日	200	240	440	0.83
259 青	染(神流町青染)	2011年10月13日	0.09	0.12	11月9日	46	59	110	0.78
260 白	石山東方(神流町塩沢)	2011年10月13日	0.13	0.15	11月6日	140	170	310	0.82
261 オ	ドケ山北西方 (藤岡市上日野)	2011年10月13日	0.12	0.14	11月9日	290	350	640	0.83
262 藤	岡温泉C.C.北東方(藤岡市上日野鹿島)	2011年10月13日	0.09	0.14	11月10日	240	300	540	0.80
263 鮎	川湖西方(藤岡市金井)	2011年10月13日	0.06	0.06	11月11日	6	9	15	0.67
264 八	塩温泉 (藤岡市浄法寺)	2011年10月13日	0.07	0.10	11月12日	82	100	180	0.82
265 神	流湖畔(藤岡市保美濃山)	2011年10月13日	0.06	0.09	11月12日	150	180	330	0.83
266 高	崎原研(高崎市綿貫町)	2011年10月13日	0.07	0.10	11月13日	75	87	160	0.86
1)	266試料中17試料は群馬県の近県(埼	玉県、栃木県、長野	野県)の群馬!	県に近い地域	むら採取.				

付鋦	41-3 土壌試料の放射能量及び空間線量	のサンプリング地点 ¹⁾
No.	試料採取地点	試料採取位置の補足説明
1	榛名山・掃部ケ岳	5月21日、掃部ケ岳の山頂から少し下った榛名湖が見下ろせる場所で採取:00.00g)
2	榛名山・相馬山	5月21日、相馬山山頂から採取:00.00g)
3	赤城山・地蔵岳	5月22日、赤城山地蔵岳山頂から採取:00.00g)
4	群馬県農林大学校の畑 戦 軍 ■ 典 林 大学校の畑	耕した畑のそば(その1) 耕した畑のそば(その9)
6	構為衆展林入子仪の加 荒牧キャンパス土壌No.1	(新した)知りては(その2) 大学会館とGA棟の間の林の中(5月26日採取)
7	荒牧キャンパス土壌No.2	サッカーグラウンドの真ん中(5月26日採取)
8	荒牧キャンパス土壌No.3	陸上競技場の砲丸投げ場(5月26日採取)
10	荒牧キャンパス土壌No.4 苦サキャンパス土壌No.5	遊歩道(テニスコートの西側の林の中) (5月26日採取) 遊歩道 (図書館車) (5月26日採取)
11	工学部キャンパスNo.1	正門前の池のほとり(5月27日採取)
12	工学部キャンパスNo.2	図書館西の林の中(5月27日採取)その後図書館の改修工事に伴い前庭は整備されて元の景観が変化。
13	工学部キャンパスNo.3	電気電子工学科棟前(5月27日採取)
14	上字部キャンパスNo.4 医学部(昭和) キャンパスNo.1	「与遺場そは(5月27日採取) 北側転車場差げ(5月96日採時)
15	医学部 (昭和) キャンパスNo.1 医学部 (昭和) キャンパスNo.2	小阀缸単笏では(5月20日採取) 外来病棟前の底(5月26日採取)
17	医学部 (昭和) キャンパスNo.3	医学部正門前の庭(5月26日採取)
18	医学部(昭和)キャンパスNo.4	重粒子線治療センター前の庭(5月26日採取)
19	敷島公園	敷島公園中央付近の松林の中) (5月26日採取)
20	荒牧キャンパスの台の直下の土壌 素町一丁日車公園	大字会館とGA陳の間の杯の甲(6月2日採取) 6日24日の測定値はバックグラウンドが高かった時の値たのでバックを下げてから再測定
22	乙子山古墳(1)	前橋市東方の二子山古墳の土壤(表層) (6月26日採取)
23	二子山古墳 (2)	そのすぐ下の土壌(6月26日採取)
24	赤城神社近くの駐車場	赤城南面の赤城神社から30mほど離れたところの駐車場から採取(6月27日)
25	前橋市畜産試験場西方(1)	畜産試験場西方の農場の土壌(6月27日採取) なご試験場本での思想の土壌(ビルンドカの工たと採用)(6月97日採用)
26	前橋甲省座試験場四万(2) 川内郵便局近傍交差占そげ	留座試験場凹方の展場の工場(杉の亚木の下から採取) (6月27日採取) 超生市川内町の川内郵便局近くの空地から採取 (7月4日採取)
28	ナーシングケア川内の杜	桐生市川内町のナーシングケア川内の杜近くの空地(7月4日採取)
29	新里町鶴ヶ谷付近	新里町鶴ヶ谷付近の空地(7月4日採取)
30	館林市足次町(広域農道)	館林市足次町(広域農道傍の空地)
31	館林市城沿PAそは公園 館林市塘町洗掘橋	館林市城沿PAそばの公園のほぼ中央から 館は吉藤町進順接座の空地
33	渡良瀬游水池旧谷中村近くの公園	暗か 市 備 可 加 返 簡 坊 の 空 地 渡 良 瀬 遊 水 池 旧 谷 中村 近 く の 公 闌 の 芝 生
34	行田市利根大堰川原	行田市利根大堰の川原(群馬県側で橋の下流約200mくらいのところ)
35	太田市内ヶ島町 (イオンモール近く)	太田市内ヶ島町の道路際の空地(イオンモール近く)
36	桐生市斎場そばの空地	桐生市斎場そばの広い空地
37	- 桐生巾渡長瀨川(桐生天樯下流) - 鳴袖山コツナギ登山口	桐生巾渡長瀬川(桐生天橋下流約100-200m)
39	鳴神山樹徳高校登山口	鳴神山樹徳高校登山口(駐車場)
40	梅田中学校対岸の墓地	梅田中学校対岸の墓地(斜面になっている。軟らかいので一度掘り返したかもしれない)
41	皆沢川合流地点	皆沢川合流地点の公民館(現在は利用していない?)らしき建物の敷地内
42	梅田北小学校跡地	梅田北小学校跡地(碑がある前) 太聰(二接線の根先側始方) で三接線は1-10日の根佐川巡い、 送路から約-25
43	三境線の途中の砕石捨て場	三境線の途中の砕石捨て場から
45	足尾銅親水公園駐車場そば	足尾銅親水公園駐車場そばの空地
46	足尾銅親水公園記念碑前	足尾銅親水公園記念碑前(砂地)
47	草木湖ダムサイト(みかげ原展望地) ひどり声車町花輪付近(122号線がい)	草木湖ダムサイト (みかげ原展望地) み ド h 古 東町 花絵 付近 (199号線 ざい)
40	桐生市黒保根小学校入り口	病生の用来可能福祉(1225)線合いの 桐生市黒保根小学校の入り口にある建物のそばの空地
50	桐生市黒保根町八木原付近	桐生市黒保根町八木原付近(渡良瀬川を挟んで水沼駅のほぼ反対側)
51	みどり市大間々町ながめの駐車場	みどり市大間々町ながめの駐車場
52	桐生市川内町崇神寺入り口	桐生市川内町崇神寺入り口の空き地(7月9日採取) 須えら動ま敷焼工場のみば
54	みどり市研胞員戸 みどり市狸原付近	須木日則単金傭工物のては 岩穴観音前の空き地
55	みどり市水道局資材置き場	鹿田山の北東方向
56	太田市笠懸幼稚園駐車場そば	草地である。放射線量が低いので、ことによると3月半ば以降、土をほろ返した可能性がある。
57	太田市大原町仲交差点付近	分譲地で空き地になっている
58	みどり市笠懸町阿左美付近 桐生市相生町	国追50号を降りてすぐのところ 西真の下法で いつよ渡良瀬川河川水を超水しているところ
60	足利市小俣町叶花付近	叶花集会所の目の空き地
61	桐生市群馬大学グラウンド	グランドでサッカーをやっている近くの土壌
62	桐生市菱町東公園(1)	相澤自宅前の公園 (専門容器を使い、5 cmの深さまで採取する)
63	桐生市菱町東公園(2)	表面を3センチくらい採取 抵土県日尾町神工内
64 65	100 小県足尾町1171110 日光市いろは坂の登り口	1700 小水元ル 1717111111111111111111111111111111111
66	日光市湯ノ湖湖畔	日光市湯ノ湖湖畔
67	利根郡片品村 菅沼 (白根山の登山口)	利根郡片品村 菅沼 (白根山の登山口)
68	利根郡片品村 丸沼高原スキー場駐車場	利根郡片品村 丸沼高原スキー場駐車場
69	利根郡片品村 元水資源公団出張所跡	利根郡片品村 元水資源公団出張所跡
(0		/印和和丹田町

71 利根郡片品村 花咲付近	利根郡片品村 花咲付近
72 利根郡川場村 川場湯原付近	利根郡川場村 川場湯原付近 (川場牧場近く)
73 利根郡川場村 川場村役場近く	利根郡川場村 川場村役場近く
74 利根郡川場村 川場中学校近く	利根郡川場村 川場中学校近く
75 利根郡川場村 川場中学校近く	利根部川場村、川場中学校近く
76 辺田市久屋頂町 (道の駅西方500m)	22日古人長百町(道の即西古500m)
77 辺田市辺田駅西(国道17号線沿いの空地)	四日市(大平市)(日本17-5-432000m) 辺田市辺田町(日本17-5-432000m)
70 辺田市相利町 日影声郷	
(8 伯田印侬利町 日影角畑)	
(9) 沿田印依利町 依利	估口印版和问题 依利
80 桐生巾黒保根町下田付近	桐生中燕朱俄町下田行近
81 八坂橋北の父差点	
82 日限地蔵院近くの空き地	日限地蔵院そはの交差点の反対側の空き地
83 昭和幼稚園近くの空き地	昭和幼稚園西の空き地
84 西中学校跡のグラウンド	西中学校跡のグラウンド
85 桐生高校北の空き地(マルブ)	桐生高校北の空き地(マルブ)
86 錦町ロータリー東	錦町ロータリー東の少し入った空き地
87 昭和橋北の交差点 (コンテナ置き場)	昭和橋北の交差点(コンテナ置き場)
88 梅田町桐生女子高北(カインズホーム)	梅田町桐生女子高北(カインズホーム)
89 梅田南小学校近くの空き地	梅田南小学校近くの空き地
90 桐生川ダム下	桐生川ダム下(下の道路から上がってくる途中にある空き地)
91 根本山登山道(登山銅入り口から500m)	根本山登山道(登山道入り口から500mほど歩いたところ)
92 石鴨(三境線の桐生側地点)	以前採取したところから10mほどは離れている
93 清流の里若宮	清流の里若宮の駐車場
94 遺橋近くの造成地(桐生川沿い)	遺橋近くの造成地(桐生川沿い)
05 小俣 董廣橋近くの応差占	ハ保 薫麻嬌近くの交差占そげの空き地
06 十田市主沢町(かたくりの用)	コーム 本元 画点、ツス庄小 CIGツエご池 ナロ市士沢町(かたくりの田) 老人 短雄センター
07 大田市新田市野北町(た日神社町)	ハロリロハコ (M*にくリジエ) 七八田江 C / ク 大田市毎田市野土町 (上品抽社市の公議地)
31 <u>へ田中</u> 初田中町井町(主田怦牡四) 00 十田古新田十町古芝占(ユゴンノレゴン)	
	小田中が田八門ス左示(モノイコアノイ) 伊勃藤吉倍亚伝付近の売を地(目前採取)たトニスけ毎日い鉢壮満敗になっていて)
99 (F另間印現十級的社 100 (伊熱協士良社町 (林工目側)	アラ阿印光十次月辺の主さ地(外間床板 しにとこうは利しい 調変追起になっている)
100 F 5 間 印 西 行 門 (項 工 示 関)	アラ河中の中国(国本家院)の方法で
101 休台中皿优局(相力豕袭の公園) 100 深公古場辺(宣孙金日駐市坦)	休存 皿に面(釉刀次表の公園) 次ペ古様辺(音の森日時市根)
102 休存市保沢(同切食田弘平物)	床在中保((同))及田北平(の) 四切が変更る人がの川の相野
103 回前変电所ではの川の堤内 104 伊熱崎市宮房町宮房公園	
104 伊劳呵巾虽然可虽然公园 105 伊熱岐主北毛士町	ア分同中国家中国家と図
100 伊努呵印北丁不可	伊勢崎山北 「本町の空さ地 広範疇主山地中町(和金会市2月)
106 伊努呵印田部开門	伊勢町印口司ナビ「制力月単では」
107 早伴町枚生ケ原ローノリエーの駐車場	$y \neq r \in M^{*}$
100 貫速白担山己連はとりの波生満	
108 草津白根山弓池ほとりの遊歩道 100 万麻県良 (その1) 道路際	泡から20mくらい離れたたところ(雨がかなり降っていた) 草連士石から怒りてきた道路が会せーブレていてもこて(目時にしがいい)
108 草津白根山弓池ほとりの遊歩道 109 万座温泉(その1)道路際 110 下吹温息(その1)	他から20mくらい離れたたところ(雨がかなり降っていた) 草津方面から降りてきた道路が急カーブしているところ(見晴らしがいい) さい野本根の、魚
108<	他から20mくらい離れたたところ(雨がかなり降っていた) 草津方面から降りてきた道路が急カーブしているところ(見晴らしがいい) 広い駐車場の一角 下仏が増良にたく送降めいい。
108 草津白根山弓池ほとりの遊歩道 109 万座温泉(その1)道路際 110 万座温泉(その2)"空吹"近くの駐車場 111 草津町リゾートマンション横 112 草津町頃焼(しょさたく)公開	他から20mくらい離れたたところ(雨がかなり降っていた) 草津方面から降りてきた道路が急カーブしているところ(見晴らしがいい) 広い駐車場の一角 万代鉱源泉に行く道路沿い 中の更らた朝鮮ないたち
108<	他から20mくらい離れたたところ(雨がかなり降っていた) 草津方面から降りてきた道路が急カーブしているところ(見晴らしがいい) 広い駐車場の一角 万代鉱源泉に行く道路沿い 中の平らな個所から採取 たたいご提ねら数す2000000000000000000000000000000000000
108<	 池から20mくらい離れたたところ(雨がかなり降っていた) 草津方面から降りてきた道路が急カーブしているところ(見晴らしがいい) 広い駐車場の一角 万代鉱源泉に行く道路沿い 中の平らな個所から採取 キャンプ場から牧水記念碑の方に行った三差路の一角 お合理のよくご前
108<	 池から20mくらい離れたたところ(雨がかなり降っていた) 草津方面から降りてきた道路が急カーブしているところ(見晴らしがいい) 広い駐車場の一角 万代鉱源泉に行く道路沿い 中の平らな個所から採取 キャンプ場から牧水記念碑の方に行った三差路の一角 記念碑のすぐ前 道政際の越々込みから
108<	 他から20mくらい離れたたところ(雨がかなり降っていた) 草準方面から降りてきた道路が急カーブしているところ(見晴らしがいい) 広い駐車場の一角 万代鉱源泉に行く道路沿い 中の平らな個所から採取 キャンプ場から牧水記念碑の方に行った三差路の一角 記念碑のすぐ前 道路際の植え込みから 超生から幹川を渡ってすぐの空き地
108<	 池から20mくらい離れたたところ(雨がかなり降っていた) 草津方面から降りてきた道路が急カーブしているところ(見晴らしがいい) 広い駐車場の一角 万代鉱源泉に行く道路沿い 中の平らな個所から採取 キャンプ場から牧水記念碑の方に行った三差路の一角 記念碑のすぐ前 道路際の植え込みから 桐生から粕川を渡ってすぐの空き地 道路を抱んで表岐幸の反対ところにある空き地
108 草津白根山弓池ほとりの遊歩道 109 万座温泉(その1)道路際 110 万座温泉(その2)"空吹"近くの駐車場 111 草津町切グートマンション横 112 草津町頸徳(しょうとく)公園 113 暮坂高原キャンプ場近くの三叉路 114 若山牧水記念碑 115 市城駅近くの道路際 116 前橋市島町(粕川そばの空地) 117 前橋市島毛石町(赤城寺の近く) 118 誠様市地會町	 池から20mくらい離れたたところ(雨がかなり降っていた) 草津方面から降りてきた道路が急カーブしているところ(見晴らしがいい) 広い駐車場の一角 万代鉱源泉に行く道路沿い 中の平らな個所から採取 キャンプ場から牧水記念碑の方に行った三差路の一角 記念碑のすぐ前 道路際の植え込みから 桐生から粕川を渡ってすぐの空き地 道路を挟んで赤城寺の反対ところにある空き地 いつた利田しているコンビニの反対側の空地
108<	 池から20mくらい離れたたところ(雨がかなり降っていた) 草津方面から降りてきた道路が急カーブしているところ(見晴らしがいい) 広い駐車場の一角 万代鉱源泉に行く道路沿い 中の平らな個所から採取 キャンプ場から牧水記念碑の方に行った三差路の一角 記念碑のすぐ前 道路際の植え込みから 柯生から粕川を渡ってすぐの空き地 道路を挟んで赤城寺の反対ところにある空き地 いつも利用しているコンビニの反対側の空地 緩やかなカーブで信号機のあるところ(廃屋の前に自販機がある)
108<	 池から20mくらい離れたたところ(雨がかなり降っていた) 草津方面から降りてきた道路が急カーブしているところ(見晴らしがいい) 広い駐車場の一角 万代鉱源泉に行く道路沿い 中の平らな個所から採取 キャンプ場から牧水記念碑の方に行った三差路の一角 記念碑のすぐ前 道路際の植え込みから 桐生から粕川を渡ってすぐの空き地 道路を挟んで赤城寺の反対ところにある空き地 いっも利用しているコンビニの反対側の空地 緩やかなカーブで信号機のあるところ(廃屋の前に自販機がある) 医院の廃
108 草津白根山弓池ほとりの遊歩道 109 万座温泉(その1)道路際 110 万座温泉(その2)"空吹"近くの駐車場 111 草津町リゾートマンション横 112 草津町頌徳(しょうとく)公園 113 暮坂高原キャンプ場近くの三叉路 114 若山牧水記念碑 115 市城駅近くの道路際 116 前橋市馬場町(粕川そばの空地) 117 前橋市島場町(粕川そばの空地) 117 前橋市橋倉町 119 前橋市地倉町 1120 前橋市小坂子町 120 前橋市小坂子町 121 宮土目町百之額(去地白川の近く)	 池から20mくらい離れたたところ(雨がかなり降っていた) 草津方面から降りてきた道路が急カーブしているところ(見晴らしがいい) 広い駐車場の一角 万代鉱源泉に行く道路沿い 中の平らな個所から採取 キャンプ場から牧水記念碑の方に行った三差路の一角 記念碑のすぐ前 道路際の植え込みから 桐生から粕川を渡ってすぐの空き地 道路を挟んで赤城寺の反対ところにある空き地 いつも利用しているコンビニの反対側の空地 緩やかなカーブで信号機のあるところ(廃屋の前に自販機がある) 医院の傍 声が先えており、たくに地蔵銘があった(2)
108 草津白根山弓池ほとりの遊歩道 109 万座温泉(その1)道路際 110 万座温泉(その2)"空吹"近くの駐車場 111 草津町リゾートマンション横 112 草津町頌徳(しょうとく)公園 113 暮坂高原キャンプ場近くの三叉路 114 若山牧水記念碑 115 市城駅近くの道路際 116 前橋市馬場町(粕川そばの空地) 117 前橋市島場町(粕川そばの空地) 117 前橋市橋2町(廃屋のとなり) 120 前橋市小坂子町 121 富土見町原之郷(赤城自川の近く) 122 鼻楽郡昌楽町狸塚	 池から20mくらい離れたたところ(雨がかなり降っていた) 草津方面から降りてきた道路が急カーブしているところ(見晴らしがいい) 広い駐車場の一角 万代鉱源泉に行く道路沿い 中の平らな個所から採取 キャンプ場から牧水記念碑の方に行った三差路の一角 記念碑のすぐ前 道路際の植え込みから 桐生から粕川を渡ってすぐの空き地 道路を挟んで赤城寺の反対ところにある空き地 いつも利用しているコンビニの反対側の空地 緩やかなカーブで信号機のあるところ(廃屋の前に自販機がある) 医院の傍 草が生えており、土はやわらかい。近くに地蔵様があった(?)
108 草津白根山弓池ほとりの遊歩道 109 万座温泉(その1)道路際 110 万座温泉(その2)"空吹"近くの駐車場 111 草津町リゾートマンション機 112 草津町頃徳(しょうとく)公園 113 暮坂高原キャンプ場近くの三叉路 114 若山牧水記念碑 115 市城駅近くの道路際 116 前橋市馬場町(粕川そばの空地) 117 前橋市倉町 119 前橋市箱倉町 119 前橋市滝窪町(廃屋のとなり) 121 富士見町原之郷(赤城白川の近く) 122 邑楽郡邑楽町狸塚 123 羽生市西公園(小須智付近)	 池から20mくらい離れたたところ(雨がかなり降っていた) 草津方面から降りてきた道路が急カーブしているところ(見晴らしがいい) 広い駐車場の一角 万代鉱源泉に行く道路沿い 中の平らな個所から採取 キャンプ場から牧水記念碑の方に行った三差路の一角 記念碑のすぐ前 道路際の植え込みから 桐生から粕川を渡ってすぐの空き地 道路を挟んで赤城寺の反対ところにある空き地 いつも利用しているコンビニの反対側の空地 緩やかなカーブで信号機のあるところ(廃屋の前に自販機がある) 医院の傍 草が生えており、土はやわらかい。近くに地蔵様があった(?) 狸塚南の農地の中になる空き地から かつてブールのあったところ(羽牛実業高校の西)
108 草津白根山弓池ほとりの遊歩道 109 万座温泉(その1)道路際 110 万座温泉(その2)"空吹"近くの駐車場 111 草津町リゾートマンション横 112 草津町頃徳(しょうとく)公園 113 暮坂高原キャンプ場近くの三叉路 114 若山牧水記念碑 115 市城駅近くの道路際 116 前橋市馬場町(粕川そばの空地) 117 前橋市島場町(粕川そばの空地) 117 前橋市倉町 119 前橋市治倉町 119 前橋市治倉町 119 前橋市北倉町 119 前橋市市倉電町(廃屋のとなり) 120 前橋市小坂子町 121 富士見町原之郷(赤城白川の近く) 122 邑楽郡邑楽町理塚 123 羽生市西公園(小須賀付近) 124 羽生市本川俣(自宅跡地)	 池から20mくらい離れたたところ(雨がかなり降っていた) 草津方面から降りてきた道路が急カーブしているところ(見晴らしがいい) 広い駐車場の一角 万代鉱源泉に行く道路沿い 中の平らな個所から採取 キャンプ場から牧水記念碑の方に行った三差路の一角 記念碑のすぐ前 道路際の植え込みから 桐生から粕川を渡ってすぐの空き地 道路で桃んで赤城寺の反対ところにある空き地 いつも利用しているコンビニの反対側の空地 緩やかなカーブで信号機のあるところ(廃屋の前に自販機がある) 医院の傍 草が生えており、土はやわらかい。近くに地蔵様があった(?) 狸塚南の農地の中になる空き地から かつてプールのあったところ(羽生実業高校の西) 自宅の跡地から
108 草準白根山弓池ほとりの遊歩道 109 万座温泉(その1)道路際 110 万座温泉(その2)"空吹"近くの駐車場 111 草津町切グートマンション横 112 草津町頌徳(しょうとく)公園 113 暮坂高原キャンプ場近くの三叉路 114 若山牧水記念碑 115 市城駅近くの道路際 116 前橋市馬鼻町(粕川そばの空地) 117 前橋市局章町(第回へどく) 118 前橋市柏倉町 119 前橋市小坂子町 121 富土見町原之郷(赤城白川の近く) 122 邑梁郡邑楽町理塚 123 羽生市西公園(小須賀付近) 124 羽生市本北衣島付近	 池から20mくらい離れたたところ(雨がかなり降っていた) 草津方面から降りてきた道路が急カーブしているところ(見晴らしがいい) 広い駐車場の一角 万代鉱源泉に行く道路沿い 中の平らな個所から採取 キャンプ場から牧水記念碑の方に行った三差路の一角 記念碑のすぐ前 道路際の植え込みから 桐生から粕川を渡ってすぐの空き地 道路で板えつすぐの反対ところにある空き地 いつも利用しているコンビニの反対側の空地 緩やかなカーブで信号機のあるところ(廃屋の前に自販機がある) 医院の傍 草が生えており、土はやわらかい。近くに地蔵様があった(?) 狸塚南の農地の中になる空き地から かつてブールのあったところ(羽生実業高校の西) 自宅の跡地から 交差点そばの元パチンコ店の跡地(隣はかなり広い駐車場)
108 草準白根山弓池ほとりの遊歩道 109 万座温泉(その1)道路際 110 万座温泉(その2)"空吹"近くの駐車場 111 草津町リゾートマンション横 112 草津町頸徳(しょうとく)公園 113 暮坂高原キャンプ場近くの三叉路 114 若山牧水記念碑 115 市城駅近くの道路際 116 前橋市馬場町(粕川そばの空地) 117 前橋市船倉町 119 前橋市柏倉町 119 前橋市小坂子町 120 前橋市小坂子町 121 富土見町原之郷(赤城白川の近く) 122 邑楽郡邑楽町理塚 123 羽生市西公園(小須賀付近) 124 羽生市本川侯(自宅跡地) 125 羽生市市北蒸島付近 126 羽生市下羽生	 池から20mくらい離れたたところ(雨がかなり降っていた) 草津方面から降りてきた道路が急カーブしているところ(見晴らしがいい) 広い駐車場の一角 万代鉱源泉に行く道路沿い 中の平らな個所から採取 キャンプ場から牧水記念碑の方に行った三差路の一角 記念碑のすぐ前 道路際の植え込みから 桐生から粕川を渡ってすぐの空き地 道路を挟んで赤城寺の反対ところにある空き地 いつも利用しているコンビニの反対側の空地 緩やかなカーブで信号機のあるところ(廃屋の前に自販機がある) 医院の傍 草が生えており、土はやわらかい。近くに地蔵様があった(?) 狸塚南の農地の中になる空き地から かつてブールのあったところ(羽生実業高校の西) 自宅の跡地から 交差点そばの元パチンコ店の跡地(隣はかなり広い駐車場) 市役所近く(道路の反対側は藤服装学園)
108 草準白根山弓池ほとりの遊歩道 109 万座温泉(その1)道路際 110 万座温泉(その2)"空吹"近くの駐車場 111 草準町リゾートマンション横 112 草津町頃徳(しょうとく)公園 113 暮坂高原キャンプ場近くの三叉路 114 若山牧水記念碑 115 市城駅近くの道路際 116 前橋市島場町(粕川そばの空地) 117 前橋市倉町 119 前橋市南倉町 119 前橋市南倉町 120 首橋市小坂子町 121 富土見町原之郷(赤城白川の近く) 122 邑楽郡邑楽町理塚 123 羽生市西公園(小須賀付近) 124 羽生市本川俣(自宅跡地) 125 羽生市下羽生 126 朝生市下羽生 127 箇株市小桑原町	 池から20mくらい離れたたところ(雨がかなり降っていた) 草津方面から降りてきた道路が急カーブしているところ(見晴らしがいい) 広い駐車場の一角 万代鉱源泉に行く道路沿い 中の平らな個所から採取 キャンプ場から牧水記念碑の方に行った三差路の一角 記念碑のすぐ前 道路際の植え込みから 桐生から粕川を渡ってすぐの空き地 道路を挟んで赤城寺の反対ところにある空き地 いつも利用しているコンビニの反対側の空地 緩やかなカーブで信号機のあるところ(廃屋の前に自販機がある) 医院の傍 草が生えており、土はやわらかい。近くに地蔵様があった(?) 狸塚南の農地の中になる空き地から かつてブールのあったところ(羽生実業高校の西) 自宅の跡地から 交差点そばの元パチンコ店の跡地(隣はかなり広い駐車場) 市役所近く(道路の反対側は藤服装学園) 館林市内の122号線沿い(反対側はボチンコ店)
108 草津白根山弓池ほとりの遊歩道 109 万座温泉(その1)道路際 110 万座温泉(その2)"空吹"近くの駐車場 111 草津町リゾートマンション横 112 草津町頃徳(しょうとく)公園 113 暮坂高原キャンプ場近くの三叉路 114 若山牧水記念碑 115 市城駅近くの道路際 116 前橋市馬場町(粕川そばの空地) 117 前橋市島場町(ホッセン) 118 前橋市南倉町 119 前橋市海電町(廃屋のとなり) 120 前橋市市倉町 121 富土見町原之郷(赤城白川の近く) 122 邑楽郡邑楽町理塚 123 羽生市西公園(小須賀付近) 124 羽生市本川侯(自宅跡地) 125 羽生市市公園(小須賀付近) 124 羽生市本川侯(自宅跡地) 125 羽生市市公園 126 羽生市市水泉原町 127 館林市小桑原町 128 邑楽郡大泉町朝目付近	 池から20mくらい離れたたところ(雨がかなり降っていた) 草津方面から降りてきた道路が急カーブしているところ(見晴らしがいい) 広い駐車場の一角 万代鉱源泉に行く道路沿い 中の平らな個所から採取 キャンプ場から牧水記念碑の方に行った三差路の一角 記念碑のすぐ前 道路際の植え込みから 柯生から粕川を渡ってすぐの空き地 道路を挟んで赤城寺の反対ところにある空き地 いつも利用しているコンビニの反対側の空地 緩やかなカーブで信号機のあるところ(廃屋の前に自販機がある) 医院の傍 草が生えており、土はやわらかい。近くに地蔵様があった(?) 狸塚南の農地の中になる空き地から かつてプールのあったところ(羽生実業高校の西) 自宅の跡地から 交差点そばの元パチンコ店の跡地(隣はかなり広い駐車場) 市役所近く(道路の反対側はボチンコ店) 屋楽高校近くの空き地
108 草準白根山弓池ほとりの遊歩道 109 万座温泉(その1)道路際 110 万座温泉(その2)"空吹"近くの駐車場 111 草準町リゾートマンション横 112 草準町頃徳(しょうとく)公園 113 暮坂高原キャンプ場近くの三叉路 114 若山牧水記念碑 115 市城駅近くの道路際 116 前橋市馬場町(粕川そばの空地) 117 前橋市滝20 119 前橋市滝20 119 前橋市滝20 120 前橋市滝20 121 富土見町原之郷(赤城白川の近く) 122 邑楽郡邑楽町狸塚 123 羽生市西公園(小須賀付近) 124 羽生市本川侯(自宅跡地) 125 羽生市本川侯(自宅跡地) 126 湖生市下羽生 127 館林市小桑原町 128 邑楽郡大泉町朝日付近 129 太田市南矢沢町	 池から20mくらい離れたたところ(雨がかなり降っていた) 草津方面から降りてきた道路が急カーブしているところ(見晴らしがいい) 広い駐車場の一角 万代鉱源泉に行く道路沿い 中の平らな個所から採取 キャンプ場から牧水記念碑の方に行った三差路の一角 記念碑のすぐ前 道路際の植え込みから 桐生から粕川を渡ってすぐの空き地 道路を挟んで赤城寺の反対ところにある空き地 いつも利用しているコンビニの反対側の空地 緩やかなカーブで信号機のあるところ(廃屋の前に自販機がある) 医院の停 草が生えており、土はやわらかい。近くに地蔵様があった(?) 理塚南の農地の中になる空き地から かつてプールのあったところ(羽生実業高校の西) 自宅の跡地から 交差点そばの元パチンコ店の跡地(隣はかなり広い駐車場) 市役所近く(道路の反対側は藤服装学園) 館林市内の122号線沿い(反対側はパチンコ店) 邑楽高校近くの空き地 407号線から354号線を東に500mくらい入ったところ
108 草準白根山弓池ほとりの遊歩道 109 万座温泉(その1)道路際 110 万座温泉(その2)"空吹"近くの駐車場 111 草準町リゾートマンション横 112 草準町頃徳(しょうとく)公園 113 暮坂高原キャンプ場近くの三叉路 114 若山牧水記念碑 115 市城駅近くの道路際 116 前橋市馬場町(粕川そばの空地) 117 前橋市島4町(赤城寺の近く) 118 前橋市希2町(廃屋のとなり) 120 前橋市地倉町 119 前橋市市金町(廃屋のとなり) 120 前橋市市坂子町 121 富土見町原之郷(赤城白川の近く) 122 邑楽郡毛楽町狸塚 123 羽生市五公園(小須賀付近) 124 羽生市本川侯(自宅跡地) 125 羽生市北荻島付近 126 羽生市下羽生 127 館林市小条原町 128 邑楽郡大泉町朝日付近 129 太田市南朱沢町 130 伊勢崎市(中華戦跡)	 池から20mくらい離れたたところ(雨がかなり降っていた) 草津方面から降りてきた道路が急カーブしているところ(見晴らしがいい) 広い駐車場の一角 万代鉱源泉に行く道路沿い 中の平らな個所から採取 キャンプ場から牧水記念碑の方に行った三差路の一角 記念碑のすぐ前 道路際の植え込みから 桐生から粕川を渡ってすぐの空き地 道路を挟んで赤城寺の反対ところにある空き地 いつも利用しているコンビニの反対側の空地 緩やかなカーブで信号機のあるところ(廃屋の前に自販機がある) 医院の傍 草が生えており、土はやわらかい。近くに地蔵様があった(?) 狸塚南の農地の中になる空き地から かつてプールのあったところ(羽生実業高校の西) 自宅の跡地から 交差点そばの元パチンコ店の跡地(隣はかなり広い駐車場) 市役所近く(道路の反対側は藤服装学園) 館林市内の122号線沿い(反対側はボチンコ店) 邑楽高校近くの空き地 407号線から354号線を東に500mくらい入ったところ 国道50号線(中華料理 天華楼そば)
108 草準白根山弓池ほとりの遊歩道 109 万座温泉(その1)道路際 110 万座温泉(その1)道路際 111 草準町頃徳(くの2)"空吹"近くの駐車場 111 草津町頃徳(しょうとく)公園 113 暮坂高原キャンプ場近くの三叉路 114 若山牧水記念碑 115 市城駅近くの道路際 116 前橋市馬鼻町(約川へどの空地) 117 前橋市島町 118 前橋市柏倉町 119 前橋市柏倉町 119 前橋市和金町 119 前橋市和金町 119 前橋市和金町 119 前橋市和金町 119 前橋市和金町 119 前橋市和金町 121 富土見町原之郷(赤城白川の近く) 122 邑楽郡起気町環境 123 羽生市本川俣(自宅跡地) 125 羽生市本川俣(自宅跡地) 125 羽生市下羽生 126 羽生市下羽生 127 館林市小桑原町 128 邑楽郡市泉沢町朝日付近 129 太田市南京沢町 131 伊勢崎市赤堀会町	 池から20mくらい離れたたところ(雨がかなり降っていた) 草津方面から降りてきた道路が急カーブしているところ(見晴らしがいい) 広い駐車場の一角 万代鉱源泉に行く道路沿い 中の平らな個所から採取 キャンプ場から牧水記念碑の方に行った三差路の一角 記念碑のすぐ前 道路際の植え込みから 桐生から粕川を渡ってすぐの空き地 道路を挟んで赤城寺の反対ところにある空き地 いつも利用しているコンビニの反対側の空地 緩やかなカーブで信号機のあるところ(廃屋の前に自販機がある) 医院の傍 草が生えており、土はやわらかい。近くに地蔵様があった(?) 狸塚南の農地の中になる空き地から かつてプールのあったところ(羽生業高校の西) 自宅の跡地から 交差点そばの元パチンコ店の跡地(隣はかなり広い駐車場) 市役所近く(道路の反対側は藤服装学園) 館林市内の122号線沿い(反対側はパチンコ店) 邑案高校近くの空き地 407号線から354号線を東に500mくらい入ったところ 国道50号線(中華料理 天華楼そば) 今井線の二つの川に挟まれたところ
108 草準白根山弓池ほとりの遊歩道 109 万座温泉(その1)道路際 110 万座温泉(その2)"空吹"近くの駐車場 111 草津町切グートマンション様 112 草津町頌徳(しょうとく)公園 113 暮坂高原キャンプ場近くの三叉路 114 若山牧水記念碑 115 市城駅近くの道路際 116 前橋市馬場町(粕川そばの空地) 117 前橋市局場町(粕川そばの空地) 119 前橋市市倉町(廃屋のとなり) 120 前橋市市倉運町(廃屋のとなり) 121 富土見町原之郷(赤城白川の近く) 122 邑楽郡邑楽町理塚 123 羽生市西公園(小須賀付近) 124 羽生市本北廣町(自宅跡地) 125 羽生市本北広島付近 126 羽生市下羽生 127 館林市小桑原町 128 邑楽郡大泉町朝日付近 129 太田市南矢沢町 130 伊勢崎市、中華隊防 131<(伊勢崎市赤堤今町	 池から20mくらい離れたたところ(雨がかなり降っていた) 草津方面から降りてきた道路が急カーブしているところ(見晴らしがいい) 広い駐車場の一角 万代鉱源泉に行く道路沿い 中の平らな個所から採取 キャンプ場から牧水記念碑の方に行った三差路の一角 記念碑のすぐ前 道路際の植え込みから 桐生から粕川を渡ってすぐの空き地 道路変板え込みから 桐生から粕川を渡ってすぐの空き地 道路を挟んで赤城寺の反対ところにある空き地 いつも利用しているコンビニの反対側の空地 緩やかなカーブで信号機のあるところ(廃屋の前に自販機がある) 医院の傍 草が生えており、土はやわらかい。近くに地蔵様があった(?) 狸塚南の農地の中になる空き地から かつてプールのあったところ(羽生実業高校の西) 自宅の跡地から 交差点そばの元パチンコ店の跡地(隣はかなり広い駐車場) 市役所近く(道路の反対側は藤服装学園) 館林市内の122号線沿い(反対側はパチンコ店) 邑楽高枝近くの空き地 407号線から354号線を東に500mくらい入ったところ 国道50号線(中華料理) 天華楼そば) 今井線の二つの川に挟まれたところ 前橋一大胡線の道路沿いの空家(勝山宅)の空地
108 草準白根山弓池ほとりの遊歩道 109 万座温泉(その1)道路際 110 万座温泉(その2)"空吹"近くの駐車場 111 草津町切グートマンション蔵 112 草津町頌徳(しょうとく)公園 113 暮坂高原キャンプ場近くの三叉路 114 若山牧水記念碑 115 市城駅近くの道路際 116 前橋市島場町(粕川そばの空地) 117 前橋市島場町(鹿屋のとなり) 120 前橋市柏倉町 119 前橋市柏倉町 119 前橋市小坂子町 121 富士見町原之郷(赤城白川の近く) 122 邑楽郡邑楽町理塚 123 羽生市西公園(小須賀付近) 124 羽生市本北孫島付近 125 羽生市下羽生 127 館林市小桑原町 128 邑楽郡大泉町朝日付近 129 太田市南朱沢町 130 伊勢崎市市上泉町 131 前橋市上津町	 池から20mくらい離れたたところ(雨がかなり降っていた) 草津方面から降りてきた道路が急カーブしているところ(見晴らしがいい) 広い駐車場の一角 万代鉱源泉に行く道路沿い 中の平らな個所から採取 キャンプ場から牧水記念碑の方に行った三差路の一角 記念碑のすぐ前 道路際の植え込みから 桐生から粕川を渡ってすぐの空き地 道路でが成支の反対ところにある空き地 いつも利用しているコンビニの反対側の空地 緩やかなカーブで信号機のあるところ(廃屋の前に自販機がある) 医院の傍 草が生えており、土はやわらかい。近くに地蔵様があった(?) 狸塚南の農地の中になる空き地から かつてブールのあったところ(羽生実業高校の西) 自宅の跡地から 交差点そばの元パチンコ店の跡地(隣はかなり広い駐車場) 市役所近く(道路の反対側は藤服装学園) 館林市内の122号線沿い(反対側はパチンコ店) 屋楽高校近くの空き地 407号線から354号線を東に500mくらい入ったところ 国道50号線(中華料理 天華楼そば) 今井線の二つの川に挟まれたところ 前橋一大胡線の道路沿いの空家(勝山宅)の空地
108 草準白根山弓池ほとりの遊歩道 109 万座温泉(その1)道路際 110 万座温泉(その2)"空吹"近くの駐車場 111 草準町リゾートマンション横 112 草準町領徳(しょうとく)公園 113 暮坂高原キャンプ場近くの三叉路 114 若山牧水記念碑 115 市城駅近くの道路際 116 前橋市島場町(粕川そばの空地) 117 前橋市島雪町(第小城寺の近く) 118 前橋市柏倉町 119 前橋市柏倉町 119 前橋市北倉町 120 前橋市北倉町 121 富土見町原之郷(赤城白川の近く) 122 邑楽郡邑楽町理塚 123 羽生市西公園(小須賀付近) 124 羽生市本川侯(自宅跡地) 125 羽生市下羽生 126 羽生市下羽生 127 館林市小桑原町 128 邑楽郡大泉町朝日付近 129 太田市南矢沢町 130 伊勢崎市赤堀今町 131 伊崎崎市赤堀今町 132 前橋市上泉町 133 前橋市上泉町 134 忠治温泉そば	 池から20mくらい離れたたところ(雨がかなり降っていた) 草津方面から降りてきた道路が急カーブしているところ(見晴らしがいい) 広い駐車場の一角 万代鉱源泉に行く道路沿い 中の平らな個所から採取 キャンプ場から牧水記念碑の方に行った三差路の一角 記念碑のすぐ前 道路際の植え込みから 桐生から粕川を渡ってすぐの空き地 道路を挟んで赤城寺の反対ところにある空き地 いつも利用しているコンビニの反対側の空地 緩やかなカーブで信号機のあるところ(廃屋の前に自販機がある) 医院の傍 草が生えており、土はやわらかい。近くに地蔵様があった(?) 狸塚南の農地の中になる空き地から かってブールのあったところ(羽生実業高校の西) 自宅の跡地から 交差点そばの元パチンコ店の跡地(隣はかなり広い駐車場) 市役所近く(道路の反対側は藤服装学園) 館林市内の122号線沿い(反対側はバチンコ店) 屋楽高枝近くの空き地 407号線から354号線を東に500mくらい入ったところ 国道50号線(中華料理)天華楼そば) 今井線の二つの川に挟まれたところ 前橋一大胡線の道路沿いの空家(勝山宅)の空地 村社神明宮の傍 道路及対側の駐車場
108 草津白根山弓池ほとりの遊歩道 109 万座温泉(その1)道路際 110 万座温泉(その2)"空吹"近くの駐車場 111 草津町リゾートマンション横 112 草津町頃徳(しょうとく)公園 113 暮坂高原キャンプ場近くの三叉路 114 若山牧水記念碑 115 市城駅近くの道路際 116 前橋市島場町(粕川そばの空地) 117 前橋市着倉町 119 前橋市市倉町(廃屋のとなり) 120 前橋市市倉町(廃屋のとなり) 121 富士見町原之郷(赤城白川の近く) 122 邑楽郡邑楽町狸塚 123 羽生市西公園(小須賀付近) 124 羽生市下羽生 125 羽生市下羽生 126 湖生市下羽生 127 館林市小桑原町 128 邑楽郡大泉町朝日付近 129 太田市南矢沢町 130 伊勢崎市赤堀今町 131 伊勢崎市赤堀今町 132 前橋市上泉町 133 前橋市上泉町 133 前橋市上潟町 133 前橋市上潟町 134 忠治温泉そぼ	 池から20mくらい離れたたところ(雨かかなり降っていた) 草津方面から降りてきた道路が急カーブしているところ(見晴らしがいい) 広い駐車場の一角 万代鉱源泉に行く道路沿い 中の平らな個所から採取 キャンブ場から牧水記念碑の方に行った三差路の一角 記念碑のすぐ前 道路際の植え込みから 欄生から粕川を渡ってすぐの空き地 道路を放んで赤城寺の反対ところにある空き地 いつも利用しているコンビニの反対側の空地 緩やかなカーブで信号機のあるところ(廃屋の前に自販機がある) 医院の傍 草が生えており、土はやわらかい。近くに地蔵様があった(?) 狸塚南の農地の中になる空き地から かつてブールのあったところ(羽生実業高校の西) 自宅の跡地から 交差点そばの元パチンコ店の跡地(隣はかなり広い駐車場) 市役所近く(道路の反対側は藤服装学園) 館林市内の122号線沿い(反対側はパチンコ店) 昼楽高校近くの空き地 407号線から354号線を東に500mくらい入ったところ 国道50号線(中華料理)天華楼そば) 今井線の二つの川に挟まれたところ 前橋一大胡線の道路沿いの空家(勝山宅)の空地 村社神明宮の傍 道路反対側の駐車場 湖畔の砂地
108 草津白根山弓池ほとりの遊歩道 109 万座温泉(その1)道路際 110 万座温泉(その2)"空吹"近くの駐車場 111 草津町リゾートマンション横 112 草津町頃徳(しょうとく)公園 113 春坂高原キャンプ場近くの三叉路 114 若山牧水記念碑 115 市城駅近くの道路際 116 前橋市馬場町(粕川そばの空地) 117 前橋市島場町(約川そばの空地) 117 前橋市南場町(ホ城寺の近く) 118 前橋市市滝窖町(廃屋のとなり) 120 前橋市市滝窪町(廃屋のとなり) 120 前橋市市金倉町(小須賀付近) 121 富土見町原之郷(赤城白川の近く) 122 邑楽郡邑栗町巽塚 123 羽生市西公園(小須賀付近) 124 羽生市本川俣(自宅跡地) 125 羽生市下羽生 126 羽生市下羽生 127 館林市小桑原町 128 邑楽郡大泉町朝日付近 129 太田市南矢沢町 130 伊勢崎市赤堀今町 131 伊勢崎市赤堀今町 132 前橋市上泉町 133 前橋市上泉町 134 忠治温泉そば 135 赤城小沼朝岬 136 市城	 旭から20mくらい離れたたところ(雨かかなり降っていた) 草津方面から降りてきた道路が急カーブしているところ(見晴らしがいい) 広い駐車場の一角 万代鉱源泉に行く道路沿い 中の平らな個所から採取 キャンブ場から牧水記念碑の方に行った三差路の一角 記念碑のすぐ前 道路際の植え込みから 桐生から粕川を渡ってすぐの空き地 道路を挟んで赤城寺の反対ところにある空き地 いつも利用しているコンビニの反対側の空地 緩やかなカーブで信号機のあるところ(廃屋の前に自販機がある) 医院の傍 草が生えており、土はやわらかい。近くに地蔵様があった(?) 狸塚南の農地の中になる空き地から かってブールのあったところ(羽生実楽高校の西) 自宅の跡地から 交差点そばの元パチンコ店の跡地(隣はかなり広い駐車場) 市役所近く(道路の反対側は藤服装学園) 館林市内の122号線沿い(反対側はパチンコ店) 邑楽高枝近くの空き地 407号線から354号線を東に500mくらい入ったところ 国道50号線(中華料理 天華楼そば) 今井線の二つの川に挟まれたところ 前橋一大胡線の道路沿いの空家(勝山宅)の空地 村社神明宮の傍 道路反対側の駐車場 湖畔の砂地 記念碑の直前
108 草準白根山弓池ほとりの遊歩道 109 万座温泉(その1)道路際 110 万座温泉(その2)"空吹"近くの駐車場 111 草準町リゾートマンション横 112 草準町頃徳(しょうとく)公園 113 暮坂高原キャンプ場近くの三叉路 114 若山牧水記念碑 115 市城駅近くの道路際 116 前橋市馬場町(粕川そばの空地) 117 前橋市島4町(赤城寺の近く) 118 前橋市南倉町 119 前橋市南倉町(廃屋のとなり) 120 前橋市小坂子町 121 富土見町原之郷(赤城白川の近く) 122 邑楽郡邑楽町狸塚 123 羽生市西公園(小須賀付近) 124 羽生市本川俣(自宅跡地) 125 羽生市市羽生 126 羽生市小坂島付近 127 館林市小桑原町 128 邑楽郡大泉町朝日付近 129 太田市南矢沢町 130 伊勢崎市小堀今町 131 伊勢崎市赤堀今町 132 前橋市上泉町 133 師崎市未泉町 134 忠治温泉そば 135 赤城山貢駅 (ローブウェイ)の駐車場 136 赤城山貢駅 (ローブウェイ)の野車場 137 赤城	 池から20mくらい離れたたところ(雨かかなり降っていた) 草津方面から降りてきた道路が急カーブしているところ(見晴らしがいい) 広い駐車場の一角 万代鉱源泉に行く道路沿い 中の平らな個所から採取 キャンブ場から牧水記念碑の方に行った三差路の一角 記念碑のすぐ前 道路際の植え込みから 桶生から和川を渡ってすぐの空き地 道路を挟んで赤城寺の反対ところにある空き地 いつも利用しているコンビニの反対側の空地 緩やかなカーブで信号機のあるところ(廃屋の前に自販機がある) 医院の傍 草が生えており、土はやわらかい。近くに地蔵様があった(?) 狸塚南の農地の中になる空き地から かつてブールのあったところ(羽生実業高校の西) 自宅の跡地から 交差点そばの元パチンコ店の跡地(隣はかなり広い駐車場) 市役所近く(道路の反対側は藤服装字園) 館林市内の122号線沿い(反対側はボチンコ店) 屋楽高校近くの空き地 407号線から334号線を東に500mくらい入ったところ 国道50号線(中華料理)天華楼そば) 今井線の二つの川に挟まれたところ 前橋一大胡線の道路沿いの空家(勝山宅)の空地 村社神明宮の傍 道路反対側の駐車場 湖畔の砂地 記念碑の直前 赤城神社から少し西に行ったとことにある駐車場
108 草準白根山弓池ほとりの遊歩道 109 万座温泉(その1)道路際 110 万座温泉(その2)"空吹"近くの駐車場 111 草津町切グートマンション横 112 草津町切徳(しょうとく)公園 113 暮坂高原キャンプ場近くの三叉路 114 若山牧水記念碑 115 市城駅近くの道路際 116 前橋市馬鼻町(和川そばの空地) 117 前橋市島単石町(赤城寺の近く) 118 前橋市柏倉町 119 前橋市和倉町 119 前橋市北倉町町(廃屋のとなり) 120 前橋市北倉町町(廃屋のとなり) 121 富土見町原之郷(赤城白川の近く) 122 邑楽郡邑楽町理塚 123 羽生市西公園(小須賀付近) 124 羽生市本北坂島付近 125 羽生市本北坂島付近 126 羽生市下羽生 127 館林市小桑原町 128 邑楽郡大泉町朝日付近 129 太田市南矢沢町 131 伊勢崎市赤堀今町 132 前橋市上泉町 133 前橋市上泉町 133 前橋市上泉町 133 前橋市上泉町 133 前橋市上泉町 134 忠治温泉そぼ <td> 池から20mくらい離れたたとこく(雨かかなり降っていた) 草津方面から降りてきた道路が急カーブしているところ(見晴らしがいい) 広い駐車場の一角 万代鉱源泉に行く道路沿い 中の平らな箇所から採取 キャンブ場から牧水記念碑の方に行った三差路の一角 記念碑のすぐ前 道路影の植え込みから 欄生から粕川を渡ってすぐの空き地 道路を被んで赤城寺の反対ところにある空き地 いつも利用しているコンビニの反対側の空地 緩やかなカーブで信号機のあるところ(廃屋の前に自販機がある) 医院の傍 草が生えており、土はやわらかい。近くに地蔵様があった(?) 狸塚南の農地の中になる空き地から かつてブールのあったところ(羽生実業高校の西) 自宅の販地から 交差点そばの元パチンコ店の跡地(隣はかなり広い駐車場) 市役所近く(道路の反対側は藤服装学園) 館林市内の122号線沿い(反対側はボチンコ店) 昼楽高校近くの空き地 407号線から354号線を東に500mくらい入ったところ 国道50号線(中華料理)天華楼そば) 今井線の二つの川に挟まれたところ 前橋一大胡線の道路沿いの空家(勝山宅)の空地 村社神町宮の傍 道路反対側の駐車場 湖畔の砂地 記念得の直前 赤城神社から少し西に行ったとことにある駐車場 キャンブ場の湖畔の小さな駐車場 </td>	 池から20mくらい離れたたとこく(雨かかなり降っていた) 草津方面から降りてきた道路が急カーブしているところ(見晴らしがいい) 広い駐車場の一角 万代鉱源泉に行く道路沿い 中の平らな箇所から採取 キャンブ場から牧水記念碑の方に行った三差路の一角 記念碑のすぐ前 道路影の植え込みから 欄生から粕川を渡ってすぐの空き地 道路を被んで赤城寺の反対ところにある空き地 いつも利用しているコンビニの反対側の空地 緩やかなカーブで信号機のあるところ(廃屋の前に自販機がある) 医院の傍 草が生えており、土はやわらかい。近くに地蔵様があった(?) 狸塚南の農地の中になる空き地から かつてブールのあったところ(羽生実業高校の西) 自宅の販地から 交差点そばの元パチンコ店の跡地(隣はかなり広い駐車場) 市役所近く(道路の反対側は藤服装学園) 館林市内の122号線沿い(反対側はボチンコ店) 昼楽高校近くの空き地 407号線から354号線を東に500mくらい入ったところ 国道50号線(中華料理)天華楼そば) 今井線の二つの川に挟まれたところ 前橋一大胡線の道路沿いの空家(勝山宅)の空地 村社神町宮の傍 道路反対側の駐車場 湖畔の砂地 記念得の直前 赤城神社から少し西に行ったとことにある駐車場 キャンブ場の湖畔の小さな駐車場
108 草準白根山弓池ほとりの遊歩道 109 万座温泉(その1)道路際 110 万座温泉(その2)"空吹"近くの駐車場 111 草津町頃徳(しょうとく)公園 1113 暮坂高原キャンプ場近くの三叉路 114 若山牧水記念碑 115 市城駅近くの道路際 116 前橋市馬場町(粕川そばの空地) 117 前橋市島場町(粕川そばの空地) 117 前橋市島場町(鹿屋のとなり) 120 前橋市柏倉町 119 前橋市北東部町(廃屋のとなり) 120 前橋市北京窪町(廃屋のとなり) 121 富土見町原之郷(赤城白川の近く) 122 邑楽郡邑楽町理塚 123 羽生市西公園(小須賀付近) 124 羽生市西公園(小須賀付近) 125 羽生市西公園(小須賀付近) 126 羽生市西公園(小須賀付近) 127 館林市小桑原町 126 羽生市下羽生 127 館林市小桑原町 128 邑楽郡大泉町朝日付近 129 大田市南矢沢町 130 伊勢崎市赤堀今町 131 伊勢崎市赤堤へご町 132 前橋市上津町 133 前橋市上津町 134 忠治温泉そば 135 <td< td=""><td> 池から20mくらい離れたたところ(雨かかなり降っていた) 草津方面から降りてきた道路が急カーブしているところ(見晴らしがいい) 広い駐車場の一角 万代鉱源泉に行く道路沿い 中の平らな個所から採取 キャンブ場から牧水記念碑の方に行った三差路の一角 記念碑のすぐ前 道路密の植え込みから 桐生から粕川を渡ってすぐの空き地 道路を被んで赤城寺の反対ところにある空き地 いつも利用しているコンビニの反対側の空地 緩やかなカーブで信号機のあるところ(廃屋の前に自販機がある) 医院の傍 草が生えており、土はやわらかい。近くに地蔵様があった(?) 狸塚南の農地の中になる空き地から かつてブールのあったところ(羽生実業高校の西) 自宅の跡地から 交差点そばの元パチンコ店の跡地(隣はかなり広い駐車場) 市役所近く(道路の反対側は藤服装学園) 館本市内の122号線沿い(反対側はボチンコ店) 昼楽高校近くの空き地 407号線から354号線を東に500mくらい入ったところ 国道50号線(中華料理 天華楼そば) 今井線の二つの川に挟まれたところ 前橋一大胡線の道路沿いの空家(勝山宅)の空地 村社神明宮の傍 道路反対側の駐車場 湖畔の砂地 記念碑の直前 赤坂神社から少し西に行ったとことにある駐車場 キャンブ場の湖畔の小さな駐車場 ざ路ろいの湖畔の駐車場 </td></td<>	 池から20mくらい離れたたところ(雨かかなり降っていた) 草津方面から降りてきた道路が急カーブしているところ(見晴らしがいい) 広い駐車場の一角 万代鉱源泉に行く道路沿い 中の平らな個所から採取 キャンブ場から牧水記念碑の方に行った三差路の一角 記念碑のすぐ前 道路密の植え込みから 桐生から粕川を渡ってすぐの空き地 道路を被んで赤城寺の反対ところにある空き地 いつも利用しているコンビニの反対側の空地 緩やかなカーブで信号機のあるところ(廃屋の前に自販機がある) 医院の傍 草が生えており、土はやわらかい。近くに地蔵様があった(?) 狸塚南の農地の中になる空き地から かつてブールのあったところ(羽生実業高校の西) 自宅の跡地から 交差点そばの元パチンコ店の跡地(隣はかなり広い駐車場) 市役所近く(道路の反対側は藤服装学園) 館本市内の122号線沿い(反対側はボチンコ店) 昼楽高校近くの空き地 407号線から354号線を東に500mくらい入ったところ 国道50号線(中華料理 天華楼そば) 今井線の二つの川に挟まれたところ 前橋一大胡線の道路沿いの空家(勝山宅)の空地 村社神明宮の傍 道路反対側の駐車場 湖畔の砂地 記念碑の直前 赤坂神社から少し西に行ったとことにある駐車場 キャンブ場の湖畔の小さな駐車場 ざ路ろいの湖畔の駐車場
108 草準白根山弓池ほとりの遊歩道 109 万座温泉(その1)道路際 110 万座温泉(その2)"空吹"近くの駐車場 111 草津町切グートマンション様 112 草津町頸徳(しょうとく)公園 113 暮坂高原キャンプ場近くの三叉路 114 若山牧水記念碑 115 市城駅近くの道路際 116 前橋市馬場町(粕川そばの空地) 117 前橋市島場町(館県でのとなり) 120 前橋市柏倉町 119 前橋市柏倉町 119 前橋市北倉町(廃屋のとなり) 120 前橋市北倉町(原屋のとなり) 121 富士見町原之郷(赤城白川の近く) 122 邑楽郡邑楽町理塚 123 羽生市西公園(小須賀付近) 124 羽生市本北島侍近 125 羽生市市水島所町 126 羽生市下羽生 127 館林市小桑原町 128 邑楽郡大泉町朝日付近 129 太田市南朱沢町 131 伊勢崎市市泉町 132 前橋市上泉町 133 前橋市上津町 133 前橋市上津町 134 忠治温泉そば 135 赤城小沼湖畔 136 赤城中江の西町、東場	 池から20mくらい離れたたところ(雨かかなり降っていた) 草津方面から降りてきた道路が急カーブしているところ(見晴らしがいい) 広い駐車場の一角 万代鉱源泉に行く道路沿い 中の平らな個所から採取 キャンブ場から牧水記念碑の方に行った三差路の一角 濫念碑のすぐ前 道路際の植え込みから 桐生から粕川を渡ってすぐの空き地 道路を挟んで赤城寺の反対ところにある空き地 いつも利用しているコンビニの反対側の空地 緩やかなカーブで信号機のあるところ(廃屋の前に自販機がある) 医院の傍 草が生えており、土はやわらかい。近くに地蔵様があった(?) 狸塚南の農地の中になる空き地から かつてブールのあったところ(第生実業高校の西) 自宅の跡地から 交差点そばの元パチンコ店の跡地(隣はかなり広い駐車場) 市役所近く(道路の反対側は藤服装学園) 檀林市内の122号線沿い(反対側はボチンコ店) 屋楽高校近くの空き地 407号線から354号線を東に500mくらい入ったところ 国道50号線(中華料理)天準後そば) 今井線の二のの川に挟まれたところ 前橋一大胡線の道路沿いの空家(勝山宅)の空地 村社神明宮の傍 道路欠対側の野車場 湖畔の砂地 濫念碑の直前 赤城大網近くの駐車場 道路へいの駐車場 道路へいの詰車場 満路へ前の託車場 道路沿いの湖畔の北さな駐車場 道路沿いの湖畔の町< 転車場 満城大間近くの駐車場
108 草準白根山弓池ほとりの遊歩道 109 万座温泉(その1)道路際 110 万座温泉(その2)"空吹"近くの駐車場 111 草準町リゾートマンション横 112 草準町領徳(しょうとく)公園 113 暮坂高原キャンプ場近くの三叉路 114 若山牧水記念碑 115 市城駅近くの道路際 116 前橋市島場町(粕川そばの空地) 117 前橋市島雪町(廃屋のとなり) 120 前橋市福倉町 119 前橋市倉町 119 前橋市北倉町 120 前橋市北倉町 121 富士見町原之郷(赤城白川の近く) 122 邑楽郡邑楽町理塚 123 羽生市西公園(小須賀付近) 124 羽生市下知生 127 留林市小桑原町 128 邑楽郡大泉町朝日付近 129 太田市南矢沢町 130 伊勢崎市赤堀今町 131 前橋市上泉町 132 前橋市上泉町 133 前橋市上泉町 134 忠治温泉そぼ 135 赤城小沼湖畔 136 赤城山頂駅 (ロープウエイ)の駐車場 137 赤城神社公西の家町東約500mの湖畔 138 赤城中北の西の北和公回の北山観	 地から20mくらい離れたたところ(肉がかなり降っていた) 草津方面から降りてきた道路が急カーブしているところ(見晴らしがいい) 広い駐車場の一角 万代鉱源泉に行く道路沿い 中の平らな個所から採取 キャンプ場から核水記念碑の方に行った三差路の一角 記念碑のすぐ前 道路際の植え込みから 柳生から和川を渡ってすぐの空き地 道路を挟んで赤坡寺の反対ところにある空き地 いつも利用しているコンビニの反対側の空地 緩やかなカーブで信号機のあるところ(廃屋の前に自販機がある) 医院の傍 草が生えており、土はやわらかい。近くに地蔵様があった(?) 狸塚南の農地の中になる空き地から かつてブールのあったところ(羽生実薬高校の西) 自宅の勝地から 交差点をばの元パチンコ店の勝地(隣はかなり広い駐車場) 市役所近く(道路の反対側は藤服装学園) 館本市内の122号線沿い(反対側はパチンコ店) 邑薬高校近くの空き地 407号線から34号線を東に500mくらい入ったところ 国道訪号線(中華料理 天華楼そば) 今井線の二つの川に挟まれたところ 前橋一大胡線の道路沿いの空家(勝山宅)の空地 岩社押明宮の傍 道路反対側の駐車場 湖畔の砂地 記念碑の直前 赤城神社から少し西に行ったとことにある駐車場 キャンブ場の湖畔の小さな駐車場 古塚広沢洞近くの駐車場 赤城水市がのの野車場 赤城水市びの野車場
108 草津白根山弓池ほとりの遊歩道 109 万座温泉(その1)道路際 110 万座温泉(その2)"空吹"近くの駐車場 111 草津町リゾートマンション横 112 草津町頃徳(しょうとく)公園 113 幕坂高原キャンプ場近くの三叉路 114 若山牧水記念碑 115 市城駅近くの道路際 116 前橋市島場町(約川そばの空地) 117 前橋市倉町 118 前橋市柏倉町 119 前橋市倉町 119 前橋市倉町 119 前橋市右倉町 120 前橋市右倉町 121 富士見町原之郷(赤城白川の近く) 122 邑楽郡邑楽町理塚 123 羽生市西公園(小須賀付近) 124 羽生市本初条原町 125 羽生市下羽生 126 羽生市下羽生 127 館林市小桑原町 128 邑楽郡大泉町朝日付近 129 太田市南矢沢町 130 伊勢崎市赤堀今町 131 伊勢崎市市赤場へ町 132 前橋市上泉町 133 前橋市上泉町 134 忠治温泉そば 135 赤城山頂駅(ロープウェイ)の駐車場 <	 地から20mくらい離れたたところ(南かかなり降っていた) 草津方面から降りてきた道路が急カーブしているところ(見晴らしがいい) 広い駐車場の一角 万代鉱源泉に行く道路沿い 中の平らな個所から採取 キャンブ場から牧水記念碑の方に行った三差路の一角 記念碑のすぐ前 道路際の植え込みから 綱生から和川を渡ってすぐの空き地 道路を挟んで赤城寺の反対ところにある空き地 いつも利用しているコンビニの反対側の空地 緩やかなカーブで信号機のあるところ(廃屋の前に自販機がある) 医院の傍 草が生えており、土はやわらかい。近くに地蔵様があった(?) 狸塚南の廃地の中になる空き地から かつてブールのあったところ(羽生実業高校の西) 自宅の跡地から 交差点そばの元パチンコ店の勝地(隣はかなり広い駐車場) 市衣所近く(道路の反対側は藤服装学園) 館林市内の122号線沿い(反対側はボチンコ店) 起案高校近くの空き地 407号線から354号線を東に500mくらい入ったところ 国道50号線(中華料理) 天華楼をば) 今井線の二つの川に挟まれたところ 間道50号線(中華料理) 市大胡線の道路沿いの空家(勝山宅)の空地 村社神明宮の傍 道路反対側の駐車場 湖畔の砂地 記念理の画前 赤城神社から少し面に行ったとことにある駐車場 さ込い湖畔の駅車場 道路込い湖畔の駐車場 道路心い湖畔の配車場 赤城沢和近くの駐車場 次次洞辺くの駐車場 かつてローブウェーがあったところの下の駐車場 決川市前から伊香保温泉に向かう途中
108 草津白根山弓池ほとりの遊歩道 109 万座温泉(その1)道路際 110 万座温泉(その2)"空吹"近くの駐車場 111 草津町リゾートマンション横 112 草津町頃徳(しょうとく)公園 113 春坂高原キャンプ場近くの三叉路 114 若山牧水記念碑 115 市城駅近くの道路際 116 前橋市島場町(粕川そばの空地) 117 前橋市南倉町(赤城寺の近く) 118 前橋市南倉町(廃屋のとなり) 120 前橋市市倉町(原屋のとなり) 120 前橋市市倉町(原屋のとなり) 121 富士見可原之郷(赤城白川の近く) 122 邑楽郡長町朝日 121 富士見可原之郷(赤城白川の近く) 122 邑楽郡と町朝日 123 羽生市本川俣(自宅跡地) 124 羽生市本川俣(自宅跡地) 125 羽生市市小桑原町 126 羽生市下羽生 127 館林市小桑原町 128 邑楽郡大泉町朝日付近 129 太田市南矢沢町 130 伊勢崎市赤堀今町 131 伊勢崎市赤堀今町 132 前橋市上泉町 133 前橋市上泉町 134 忠治温泉そば 135 赤城	 地から20mくらい離れたたところ(雨かかなり降っていた) 草津方面から降りてきた道路が急カーブしているところ(見晴らしがいい) 広い駐車場の一角 万代鉱源泉に行く道路沿い 中の平らな個所から採取 キャンブ場から牧水記念碑の方に行った三差路の一角 記念碑のすぐ前 道路藤の植え込みから 欄生から和川しているコンビニの反対側の空地 緩やれた、市城寺の反対ところにある空き地 いつも利用しているコンビニの反対側の空地 緩やかなカーブで信号機のあるところ(廃屋の前に自販機がある) 医院の傍 草が生えており、土はやわらかい。近くに地蔵様があった(?) 狸塚南の農地の中になる空き地から かつてブールのあったところ(羽生実業高校の西) 自宅の跡地から 交差点そばの元パチンコ店の跡地(隣はかなり広い駐車場) 市役所近く(道路の反対側は藤服装学園) 館林市内の122号線沿い(反対側はパチンコ店) 邑楽高校近くの空き地 407号線から354号線を東に500mくらい入ったところ 国道50号線(中華料理)天華楼そば) 今井線の道路沿いの空家(勝山宅)の空地 村社神明宮の傍 道路公式の空影(勝山地) ご念碑の直前 赤城神社から少し西に行ったとことにある駐車場 赤城神社から少し西に行ったとことにある駐車場 赤城和社、の山本の社をころの下の駐車場 赤城市近くの道路沿
108 草準白根山弓池ほとりの遊歩道 109 万座温泉(その1)道路際 110 万座温泉(その2)"空吹"近くの駐車場 111 草津町頃徳(しょうとく)公園 112 草津町頃徳(しょうとく)公園 113 暮坂高原キャンプ場近くの三叉路 114 若山牧水記念碑 115 市城駅近くの道路際 116 前橋市馬鼻町(約川へどの空地) 117 前橋市島町 119 前橋市島電町(廃屋のとなり) 120 前橋市指倉町 119 前橋市北泉町(廃屋のとなり) 120 前橋市北倉窪町(廃屋のとなり) 121 富士見町原之郷(赤城白川の近く) 122 邑楽郡邑栗町環線 123 羽生市本小俣(自宅跡地) 124 羽生市本川俣(自宅跡地) 125 羽生市本川俣(自宅跡地) 125 羽生市本川俣(自宅跡地) 126 御生市下羽生 127 館林市小桑原町 128 芭藤市上永町町 129 太田市南东沢町 130 伊勢崎市赤堀今町 131 伊勢崎市赤城小岡町 132 前橋市上泉町 133 前橋市上泉町 134 忠治泉冬ば 137<赤城中社の西の配東山	 地から200<ちい欄れたたところ(前かかなり降っていた) 草串方面から降りできた道路が急カーブしているところ(見晴らしがいい) 広い駐車場の一角 万代鉱源泉に行く道路沿い 中の平らな個所から採取 キャンブ場からな水記念碑の方に行った三差路の一角 記念碑のすぐ前 道路際の植え込みから 欄上から和川を渡ってすぐの空き地 道路を挟んで赤城寺の反対ところにある空き地 いつも利用しているコンビニの反対側の空地 緩やかなカーブで信号機のあるところ(廃屋の前に自販機がある) 医院の傍 草が生えており、土はやわらかい。近くに地蔵様があった(?) 狸塚雨の長地の中になる空き地から かつでブールのあったところ(羽生実業高校の西) 自宅の跡地から 交差点そばの元パチンコ店の跡地(隣はかなり広い駐車場) 市役所近く(道路の反対側は藤田装学園) 苗体市内の122号 除合い(反対側はパチンコ店) 邑菜高校近くの空き地 407号線から354号線を東に500mくらい入ったところ 国道50号線(中華料理)天華楼そば) 今井線の二つの川に挟まれたところ 間道60号線(中華料理)天華楼そば) 今井線の二つの川に挟まれたところ 間道60号線(中華料理)天華楼をば) ウキ排明宮の傍 道路反対側の距車場 満峰の砂地 記念碑の直前 赤城沖裡から少し西に行ったとことにある駐車場 キャンブ場の湖畔の小さな駐車場 大御近くの駐車場 かつでローブウェーがあったところの下の駐車場 渋川市街から伊香保温泉に向から途中 高根展望台近くの道路沿 校の尻バス停)ローブウェー入口の看板あり
108 草準白根山弓池ほとりの選歩道 109 万座温泉(その1)道路際 110 万座温泉(その2)"空吹"近くの駐車場 111 草津町切グートマンション様 111 草津町切徳(しょうとく)公園 111 草津町切徳(しょうとく)公園 111 草津町切徳(しょうとく)公園 112 草津町切徳(しょうとく)公園 113 幕坂高原キャンプ場近くの三叉路 114 若山牧水記念碑 115 市城駅近くの道路際 116 前橋市馬鼻毛石町(赤城寺の近く) 118 前橋市島電町(廃屋のとなり) 120 前橋市市倉窪町(廃屋のとなり) 121 富士見町原之郷(赤城白川の近く) 122 邑楽郡三人蜀(小須賀付近) 123 割生市本30周(小須賀付近) 124 羽生市本1次島付近 125 羽生市本1次島付近 126 羽生市下羽生 127 館林市小桑原町 128 邑楽郡大泉町朝日付近 129 太田市南矢沢町 131 伊勢崎市赤堀今町 132 前橋市上津町 133 前橋市上泉町 134 忠治温泉そぼ 135 赤城小沼湖畔 136 赤城小沼湖畔 137 <td< td=""><td> 地かち200くらい暖れたたところ(前かかなり降っていた) 草津方面から降りできた道路が急カーブしているところ(見晴らしがいい) 広い駐車場の一角 万代鉱源泉に行く道路沿い 中の平らな個所から採取 キャンブ場から牧水記念碑の方に行った三差路の一角 記念碑のすぐ前 道路際の植え込みから 欄生から牧水記念碑の方に行った三差路の一角 記念碑のすぐ前 道路際の拡え込みから 欄上の手から牧水記念碑の方に行った三差路の一角 記念碑のすぐ前 道路を挑んで赤城寺の反対ところにある空き地 いつも利用しているコンビニの反対側の空地 緩やかなカーブで信号機のあるところ(廃屋の前に自販機がある) 医院の傍 草が生えており、土はやわらかい。近くに地蔵様があった(?) 理塚南の農地の中になる空き地から かってブールのあったところ(羽生実業高校の西) 自宅の勝地から 交差点そばの元パチンコ店の騎地(隣はかなり広い駐車場) 市役所近く(道路の反対側は藤服装学園) 箇本市内の122号操治い(反対側はボチンコ店) 昼楽高校近くの空き地 407号線から34号線を東に500mくらい入ったところ 国道50号線(中華料理 天華棲そば) 今井線の二つの川に挟まれたところ 間道路分側の駐車場 湖畔の砂地 記念碑の直路沿いの空家(勝山宅)の空地 村社神明宮の傍 道路区対側の駐車場 満畔の砂地 記念禅の画前 赤城神社から少し西に行ったとことにある駐車場 さかつてローブウェーがあったところの下の駐車場 道路沿い湖畔の駐車場 満取る状洞がらび港車場 法の湖畔の福根 (立ち入り禁止の看板あり) </td></td<>	 地かち200くらい暖れたたところ(前かかなり降っていた) 草津方面から降りできた道路が急カーブしているところ(見晴らしがいい) 広い駐車場の一角 万代鉱源泉に行く道路沿い 中の平らな個所から採取 キャンブ場から牧水記念碑の方に行った三差路の一角 記念碑のすぐ前 道路際の植え込みから 欄生から牧水記念碑の方に行った三差路の一角 記念碑のすぐ前 道路際の拡え込みから 欄上の手から牧水記念碑の方に行った三差路の一角 記念碑のすぐ前 道路を挑んで赤城寺の反対ところにある空き地 いつも利用しているコンビニの反対側の空地 緩やかなカーブで信号機のあるところ(廃屋の前に自販機がある) 医院の傍 草が生えており、土はやわらかい。近くに地蔵様があった(?) 理塚南の農地の中になる空き地から かってブールのあったところ(羽生実業高校の西) 自宅の勝地から 交差点そばの元パチンコ店の騎地(隣はかなり広い駐車場) 市役所近く(道路の反対側は藤服装学園) 箇本市内の122号操治い(反対側はボチンコ店) 昼楽高校近くの空き地 407号線から34号線を東に500mくらい入ったところ 国道50号線(中華料理 天華棲そば) 今井線の二つの川に挟まれたところ 間道路分側の駐車場 湖畔の砂地 記念碑の直路沿いの空家(勝山宅)の空地 村社神明宮の傍 道路区対側の駐車場 満畔の砂地 記念禅の画前 赤城神社から少し西に行ったとことにある駐車場 さかつてローブウェーがあったところの下の駐車場 道路沿い湖畔の駐車場 満取る状洞がらび港車場 法の湖畔の福根 (立ち入り禁止の看板あり)

110	高崎市榛名湖町(その3)	榛名湖の西側に位置する(外周道路に入ったところの駐車場)
147	高崎市榛名山町(その1)	榛名神社近く
148	高崎市榛名山町(その2)	はんな・さわらび療育園の東約500m
149	高崎市下室田町	長年寺そば
150	吉岡町上野田	交差点そば(貯水池の脇)
151	榛東村山子田	榛東村役場近くの交差点
152	高崎市保渡田町	土屋文明記念文学館傍の交差点
153	高崎市箕郷町西明屋	農林大学校そば
154	高崎市下小塙町	高経大学近くのセブンイレブンとなりの空地.その後コンビニは取り壊され、別の建物が建ち空き地なし
155	高崎市飯塚町	飯塚町の交差点から東に300mほど行ったところ。その後植原クリニックという医院が建ち,駐車場に変化
156	伊勢崎市韮塚町	分譲地(複数あり、まだかなり売れ残り(?)がある)
157	前橋市駒形町	駅近くの国道の交差点近くの空き地(駐車場になっていた)
158	前橋市公田町	運送会社(?)の広大な敷地の一角
159	園原ダムサイト近く(沼田市利根町園原)	ダムは見えない。少し離れている。
160	老神温泉(沼田市利根町老神)	老神温泉から120号線に向かって少しいったところ。墓石があるそば。
161	老神温泉(沼田市利根町高户谷)	老神温泉から吹割の滝方面に行った片品川そばの道路沿いから
162	沼田市利根町追貝	欧割の滝から鎌田方面に少し行った120号線沿い
163	「「品温泉(「品村土出)	片品温泉で道路が石にカーフしているところの道路際
164	大清水(片品村戸倉)	大清水の駐車場のバスの方向転換するところ
165	尸倉温泉(斤品村尸倉)	尾瀬戸倉の一般単駐単場の上のところ
166	椎坂峠(沼田市利根町園原)	ドライブインの横の草地
167	沿田市白沢町高平	120号線から折れて川場村に向かう道路座沿いから
168	沿田市日沢町上古語父	初穂C.C. 北の道路から(沼田万面が遠望できる)
169	駅の追近くの交差点(川場村萩室)	2 路を挟んで臨時駐車場の反対側の空地
170	いわた橋(川場村秋室)	海根川にかかるいわた橋のそは
171	半字校バックネット 裏(川場村)	川場中学校クフワンドのバックネット表
172	川場温泉(川場村川場湯原)	川場温米則の展進から
173	甲川場神社(川場村門前)	神社近くの酒造メーカーらしき駐車場から
174	川場スキー場第2駐車場その1	駐車場から2点場所を遅えて採取
175	川場スキー場第2駐車場その2	駐車場から2点場所を遅えて採取
176	川場スキー場へ行く途中(川場湯原)	」道路沿いから(とくに目標なし)
177	沼田市会長町(星の降る森) 道の途中 工匠) 期時ま場(辺田ました) (地野)	星の降る縦の標識かめる
178	玉原御駐車場(沿田巾上発地町) 本社公園11世纪の本(辺田士 恋地町)	玉原湖の広天な駐車場 四日本と王原 伝く冷中の苦味がい
179	森林公園21世紀の森(沿田市上発地町)	招田から玉原へ行く途中の道路沿い
180	交差 忌ては (沿田 印 上 免 地 可) 辺 田 吉 岡 公 町	招田から玉原へ行く速中の退路沿いの父差点 開始真法達の工
181	沿田田岡谷町 地は10日(日日日日日)	関 感 尚迷 通 の ト
182	場付 际入り口(月 面村 戸 唐) 抽 土峠 (こ) てく し ふば) (世日 社 三 合)	場存峠は入り口を埋へ峠方面に折れてしはらく行うにところ(笠杵川弟2ダム)
183	中八昨 (こんろくとうけ) (月前村戸月) 奥利坦水道の本 (ひわみひ町遊園)	神八郎の標識則
184	奥利侬小原の森 (みながみ可膝原) 昭嘉岐 (アフはも) ふ) (ひわぬひ町藤原)	
185	思楽咲 (しつはさより) (みながみ町膝原)	
100	本自得ば) (7.4.4.7 町藤百)	た時間ににものもの、観子の
186	奈良俣ダム (みなかみ町藤原)	奈良俣ダムへる金、魚田湖 「「「「「」」の玉奈(中創語者)」に行っるトレキが冷中でなきまのちゅう。ちょう)
186 187	奈良俣ダム(みなかみ町藤原) 須田貝ダム(みなかみ町藤原) ラ川週島10日(ひたかの町藤原)	奈良俣ダムへ多い、北平物 奈良俣ダムの手前(奥利根ダムに行こうとしたが途中で交津止のため戻ったところ) 須田貝ダムの手前(奥利根ダムに行こうとしたが途中で交津止のため戻ったところ)
186 187 188	奈良侯ダム(みなかみ町藤原) 須田貝ダム(みなかみ町藤原) 宝川温泉入り口(みなかみ町藤原) 藤原ダムサイト(みなかみ町藤原)	奈良俣ダムへ登る途中の道路沿い 須田貝ダムの手前(奥利根ダムに行こうとしたが途中で交津止のため戻ったところ) 宝川温泉へ折れる道路の手前のところ ダムはかるうじて見える、小し離れている
186 187 188 189	奈良俣ダム(みなかみ町藤原) 須田貝ダム(みなかみ町藤原) 宝川温泉入りロ(みなかみ町藤原) 藤原ダムサイト(みなかみ町藤原) 十次(がまたよど)(なかかみ町十定)	「茶良俣ダムへ登る途中の道路沿い 須田貝ダムの手前(奥利根ダムに行こうとしたが途中で交津止のため戻ったところ) 宝川温泉へ折れる道路の手前のところ ダムはかろうじて見える。少し離れている。 ダニはかろうじて見える。少し離れている。 マニューマーロー マニューマー マニューマニューマー マニューマー マニュー マニュー マニュー マニューマー マニューマー マニューマー マニューマー マニューマー マニューマー マニューマー マニューマー マニューマー マニュー マニューマー マニューマー マニューマー マニューマー マニューマー マニューマー マニューマー マニューマー マニューマー マニューマー マー
186 187 188 189 190	 奈良俣ダム(みなかみ町藤原) 須田貝ダム(みなかみ町藤原) 宝川温泉入り口(みなかみ町藤原) 藤原ダムサイト(みなかみ町藤原) 大穴(交差点そば)(みなかみ町大穴) 十今町近く(ななかな町場論) 	 □ 10 10 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00
186 187 188 189 190 191	奈良俣ダム(みなかみ町藤原) 須田貝ダム(みなかみ町藤原) 宝川温泉入り口(みなかみ町藤原) 藤原ダムサイト(みなかみ町藤原) 大穴(交差点そば)(みなかみ町大穴) 土合駅近く(みなかみ町湯檜曽) オトト駅(みたかみ町鹿野沢)	 Anili (Co) Soft ユータ 奈良俣ダムへ登る途中の道路沿い 須田貝ダムの手前(奥利根ダムに行こうとしたが途中で交津止のため戻ったところ) 室川温泉へ折れる道路の手前のところ ダムはかろうじて見える。少し離れている。 交差点そばで利根川の川原 土合駅近くの駐車場 オムト駅峰の空地
186 187 188 189 190 191 192	 奈良俣ダム(みなかみ町藤原) 須田貝ダム(みなかみ町藤原) 室川温泉入り口(みなかみ町藤原) 藤原ダムサイト(みなかみ町藤原) 大穴(交差点そば)(みなかみ町大穴) 土合駅近く(みなかみ町湯檜曽) 水上駅(みなかみ町と数) 上数駅面(みなかみ町上数) 	 Anili (Co) Soft ユーダ 奈良俣ダムへ登る途中の道路沿い 須田貝ダムの手前(奥利根ダムに行こうとしたが途中で交津止のため戻ったところ) 宝川温泉へ折れる道路の手前のところ ダムはかろうじて見える。少し離れている。 交差点そばで利根川の川原 土合駅近くの駐車場 水上駅傍の空地 と牧駅西の少1 離れた空地
186 187 188 189 190 191 192 193	 奈良俣ダム(みなかみ町藤原) 須田貝ダム(みなかみ町藤原) 室川温泉入り口(みなかみ町藤原) 藤原ダムサイト(みなかみ町藤原) 大穴(交差点そば)(みなかみ町大穴) 土合駅近く(みなかみ町遇り) 上牧駅西(みなかみ町上牧) トキ畜原駅(みなかみ町日夜野) 	加市ににののいれーキック 奈良俣ダムへ登る途中の道路沿い 須田貝ダムの手前(奥利根ダムに行こうとしたが途中で交津止のため戻ったところ) 宝川温泉へ折れる道路の手前のところ ダムはかろうじて見える。少し離れている。 交差点そばで利根川の川原 土合駅近くの駐車場 水上駅傍の空地 上牧駅西の少し離れた空地 トキ畜原駅の少し車の道路そば(駐車場)
186 187 188 189 190 191 192 193 194	 奈良俣ダム(みなかみ町藤原) 須田貝ダム(みなかみ町藤原) 室川温泉入り口(みなかみ町藤原) 藤原ダムサイト(みなかみ町藤原) 大穴(交差点そば)(みなかみ町大穴) 土合駅近く(みなかみ町湯檜曽) 木上駅(みなかみ町鹿野沢) 上牧駅西(みなかみ町虎野沢) 上毛高原駅(みなかみ町月夜野) 注缶福県駅(ろ00m南)(みたかみ町本土) 	
186 187 188 189 190 191 192 193 194 195	 奈良俣ダム(みなかみ町藤原) 須田貝ダム(みなかみ町藤原) 室川温泉入り口(みなかみ町藤原) 藤原ダムサイト(みなかみ町藤原) 大穴(交差点そば)(みなかみ町大穴) 土合駅近く(みなかみ町湯檜曽) 木上駅(みなかみ町鹿野沢) 上牧駅西(みなかみ町上牧) 上を高原駅(みなかみ町上牧) 上毛高原駅(みなかみ町上牧) 法師温泉(500m南)(みなかみ町水井) 決価温泉入り口17号線)(みなかみ町*土地) 	Initiation Cools (1) (単元年数) 茶良俣ダムへ登る途中の道路沿い 須田貝ダムの手前(奥利根ダムに行こうとしたが途中で交津止のため戻ったところ) 宝川温泉へ折れる道路の手前のところ ダムはかろうじて見える。少し離れている。 交差点そばで利根川の川原 土合駅近くの駐車場 木上駅傍の空地 上谷駅西の少し離れた空地 上名原駅の少し東の道路そば(駐車場) 法師温泉に行ったが監視カメラがあるので少し離れた鉄塔の傍 国道17号から法師温泉方面に折れてしばらく行ったところ
186 187 188 189 190 191 192 193 194 195 196	奈良俣ダム(みなかみ町藤原) 須田貝ダム(みなかみ町藤原) 室川温泉入り口(みなかみ町藤原) 藤原ダムサイト(みなかみ町藤原) 大穴(交差点そば)(みなかみ町大穴) 土合駅近く(みなかみ町湯檜曽) 水上駅(みなかみ町鹿野沢) 上牧駅西(みなかみ町鹿野沢) 上牧駅西(みなかみ町上牧) 上毛原駅(みなかみ町上牧) 法師温泉(500m南)(みなかみ町永井) 法師温泉入り口17号線)(みなかみ町永井)	Anile (Co) Soft al-4 m 茶食俣ダムへ登る途中の道路沿い 須田貝ダムの手前(奥利根ダムに行こうとしたが途中で交津止のため戻ったところ) 宝川温泉へ折れる道路の手前のところ ダムはかろうじて見える。少し離れている。 交差点そばで利根川の川原 土合駅近くの駐車場 木上駅傍の空地 上台駅近くの駐車場 木上駅傍の空地 上牧駅西の少し離れた空地 上名原駅の少し東の道路そば(駐車場) 法師温泉に行ったが監視カメラがあるので少し離れた鉄塔の傍 国道17号から法師温泉方面に折れてしばらく行ったところ 赤谷湖の東側の道路沿い(かろうじて未谷湖が見える)
186 187 188 189 190 191 192 193 194 195 196 197	奈良俣ダム(みなかみ町藤原) 須田貝ダム(みなかみ町藤原) 室川温泉入りロ(みなかみ町藤原) 藤原ダムサイト(みなかみ町藤原) 大穴(交差点そば)(みなかみ町大穴) 土合駅近く(みなかみ町歳骨曽) 水上駅(みなかみ町鹿野沢) 上牧駅西(みなかみ町上牧) 上毛高原駅(みなかみ町上牧) 上毛高原駅(みなかみ町月夜野) 法師温泉(500m南)(みなかみ町永井) 法師温泉入り口17号線)(みなかみ町永井) 赤谷湖(みなかみ町双ヶ) 下新田(みなかみ町羽場)	Anila (Co) Soft ユーダ 茶良俣ダムへ登る途中の道路沿い 須田貝ダムの手前(奥利根ダムに行こうとしたが途中で交津止のため戻ったところ) 室川温泉へ折れる道路の手前のところ ダムはかろうじて見える。少し離れている。 交差点そばで利根川の川原 土合駅近くの駐車場 太上駅傍の空地 上を初断の少し離れた空地 上名高原駅の少し離れた空地 上毛高原駅の少し東の道路そば(駐車場) 法師温泉に行ったが監視カメラがあるので少し離れた鉄塔の傍 国道17号から法師温泉方面に折れてしばらく行ったところ 赤谷湖の東側の道路沿い(かろうじて赤谷湖が見える) 17号沿いに沼田に向かう道路沿い(消防研の建物の傍)
186 187 188 189 190 191 192 193 194 195 196 197 198	 奈良俣ダム(みなかみ町藤原) 須田貝ダム(みなかみ町藤原) 室川温泉入り口(みなかみ町藤原) 室川温泉入り口(みなかみ町藤原) 床(交差点そば)(みなかみ町床) 土合駅近く(みなかみ町湯檜曽) 木上駅(みなかみ町鹿野沢) 上牧駅西(みなかみ町上牧) 上毛高原駅(みなかみ町上牧) 上毛高原駅(みなかみ町月夜野) 法師温泉(500m南)(みなかみ町永井) 法師温泉入り口17号線)(みなかみ町永井) 赤谷湖(みなかみ町猿ヶ京) 下新田(みなかみ町蜀場) 中山交差点(高山村中山) 	福田市でにの支払い工業の 茶良俣ダムへ登る途中の道路沿い 須田貝ダムの手前(奥利根ダムに行こうとしたが途中で交津止のため戻ったところ) 宝川温泉へ折れる道路の手前のところ ダムはかろうじて見える。少し離れている。 交差点そばで利根川の川原 土合駅近くの駐車場 太上駅傍の空地 上を歌厩の少し離れた空地 上毛高原駅の少し離れた空地 上毛高原駅の少し離れた空地 上毛高原駅の少し東の道路そば(駐車場) 法師温泉に行ったが監視カメラがあるので少し離れた鉄塔の傍 国道17号から法師温泉方面に折れてしばらく行ったところ 赤谷湖の東側の道路沿い(消防団の建物の傍) 高山村の中山交差点をば(田んぼの畦)
1866 1877 1888 1899 1900 1911 1922 1933 1944 1955 1966 1977 1988 1999 2000	奈良俣ダム(みなかみ町藤原) 須田貝ダム(みなかみ町藤原) 室川温泉入りロ(みなかみ町藤原) 藤原ダムサイト(みなかみ町藤原) 大穴(交差点そば)(みなかみ町大穴) 土合駅近く(みなかみ町湯檜曽) 水上駅(みなかみ町鹿野沢) 上牧駅西(みなかみ町上牧) 上毛高原駅(みなかみ町月夜野) 法師温泉へりロ17号線)(みなかみ町永井) 法師温泉入り口17号線)(みなかみ町永井) 赤谷湖(みなかみ町猿ヶ京) 下新田(みなかみ町類ヶ原) 下新田(みなかみ町羽場) 中山交差点(高山村中山)	福田市(Fice)の3047 血子線 茶良俣ダムへ登る途中の道路沿い 須田貝ダムの手前(奥利根ダムに行こうとしたが途中で交津止のため戻ったところ) 宝川温泉へ折れる道路の手前のところ ダムはかろうじて見える。少し離れている。 交差点そばで利根川の川原 土合駅近くの駐車場 水上駅傍の空地 上牧駅西の少し離れた空地 上毛高原駅の少し東の道路そば(駐車場) 法師温泉に行ったが監視カメラがあるので少し離れた鉄塔の傍 国道17号から法師温泉方面に折れてしばらく行ったところ 赤谷湖の東側の道路沿い(かろうじて赤谷湖が見える) 17号沿いに沼田に向かう道路沿い(消防団の建物の傍) 高山村の中山交差点そば(田んぽの畦) 村役場近くの道路沿いの空地)
1866 1877 1888 1899 1900 1911 1922 1933 1944 1955 1966 1977 1988 1999 2000 2011	奈良俣ダム(みなかみ町藤原) 須田貝ダム(みなかみ町藤原) 室川温泉入り口(みなかみ町藤原) 藤原ダムサイト(みなかみ町藤原) 大穴(交差点ぞば)(みなかみ町大穴) 土合駅近く(みなかみ町間滑曽) 水上駅(みなかみ町鹿野沢) 上牧駅西(みなかみ町上牧) 上毛高原駅(みなかみ町月夜野) 法師温泉(500m南)(みなかみ町永井) 法師温泉入り口17号線)(みなかみ町永井) 赤谷湖(みなかみ町猿ヶ京) 下新田(みなかみ町類場) 中山交差点(高山村中山) 高山村役場(高山村中山) 周山村役場(高山村中山)	 第二日ににのらいて、北平都 茶良俣ダムへ登る途中の道路沿い 須田貝ダムの手前(奥利根ダムに行こうとしたが途中で交津止のため戻ったところ) 室川温泉へ折れる道路の手前のところ ダムはかろうじて見える。少し離れている。 交差点そばで利根川の川原 土合駅近くの駐車場 水上駅傍の空地 上牧駅西の少し離れた空地 上毛高原駅の少し東の道路そば(駐車場) 法師温泉に行ったが監視カメラがあるので少し離れた鉄塔の傍 国道17号から法師温泉方面に折れてしばらく行ったところ 赤谷湖の東側の道路沿い(かろうじて赤谷湖が見える) 17号沿いに沼田に向かう道路沿い(消防団の建物の傍) 高山村の中山交差点そば(田んぼの畦) 村役場近くの道路沿いの空地) ウブタカ資源のそばで少し登ったところ
1866 1877 1888 1899 1900 1911 1922 1933 1944 1955 1966 1977 1988 1999 2000 2011 2022	奈良俣ダム(みなかみ町藤原) 須田貝ダム(みなかみ町藤原) 室川温泉入り口(みなかみ町藤原) 藤原ダムサイト(みなかみ町藤原) 大穴(交差点そば)(みなかみ町藤原) 大穴(交差点そば)(みなかみ町大穴) 土合駅近く(みなかみ町患野沢) 上牧駅西(みなかみ町更野沢) 上彩駅西(みなかみ町上牧) 上毛高原駅(みなかみ町月夜野) 法師温泉入り口17号線)(みなかみ町永井) 法師温泉入り口17号線)(みなかみ町永井) 赤谷湖(みなかみ町撥ヶ京) 下新田(みなかみ町羽場) 中山交差点(高山村中山) 高山村役場(高山村中山) 川田小学校西1km(沼田市尾形原町)) 昭和村川額	 第二日ににのらいれーキョの 茶良俣ダムへ登る途中の道路沿い 須田貝ダムの手前(奥利根ダムに行こうとしたが途中で交津止のため戻ったところ) 室川温泉へ折れる道路の手前のところ ダムはかろうじて見える。少し離れている。 交差点そばで利根川の川原 土合駅近くの駐車場 木上駅傍の空地 上牧駅西の少し離れた空地 上毛高原駅の少し東の道路そば(駐車場) 法師温泉に行ったが監視カメラがあるので少し離れた鉄塔の傍 国道17号から法師温泉方面に折れてしばらく行ったところ 赤谷湖の東側の道路沿い(かろうじて赤谷湖が見える) 17号沿いに沼田に向かう道路沿い(消防団の建物の傍) 高山村の中山交差点そば(田んぽの畦) 村役場近くの道路沿いの空地) ウブタカ資源のそばで少し登ったところ 昭和インターと赤城高原サービスエリアの中間地点あたり
1866 1877 1888 1899 1900 1911 1922 1933 1944 1955 1966 1977 1988 1999 2000 2011 2022 2033	奈良俣ダム(みなかみ町藤原) 須田貝ダム(みなかみ町藤原) 室川温泉入り口(みなかみ町藤原) 藤原ダムサイト(みなかみ町藤原) 大穴(交差点そば)(みなかみ町床穴) 土合駅近く(みなかみ町湯檜曽) 水上駅(みなかみ町鹿野沢) 上牧駅西(みなかみ町月夜野) 法師温泉(500m南)(みなかみ町永井) 法師温泉(500m南)(みなかみ町永井) 法師温泉入り口17号線)(みなかみ町永井) 赤谷湖(みなかみ町猿ヶ京) 下新田(みなかみ町類場) 中山交差点(高山村中山) 周山村役場(高山村中山) 川田小学校西1km(沼田市尾形原町) 昭和村川額 北橋歴史資料館(渋川市北橋町真壁)	 福市にているいないます。 茶良俣ダムへ登る途中の道路沿い 須田貝ダムの手前(奥利根ダムに行こうとしたが途中で交津止のため戻ったところ) 室川温泉へ折れる道路の手前のところ ダムはかろうじて見える。少し離れている。 交差点そばで利根川の川原 土合駅近くの駐車場 水上駅傍の空地 上牧駅西の少し離れた空地 上毛高原駅の少し東の道路そば(駐車場) 法師温泉に行ったが監視カメラがあるので少し離れた鉄塔の傍 国道17号から法師温泉方面に折れてしばらく行ったところ 赤谷湖の東側の道路沿い(かろうじて赤谷湖が見える) 17号沿いに沼田に向かう道路沿い(消防団の建物の傍) 高山村の中山交差点そば(田んぽの畦) 村役場近くの道路沿いの空地) ウブタカ資源のそばで少し登ったところ 昭和インターと赤城高原サービスエリアの中間地点あたり ホカ発電所の導水管が見える
1866 1877 1888 1899 1900 1911 1922 1933 1944 1955 1966 1977 1988 1999 2000 2011 2022 2033 2044	奈良俣ダム(みなかみ町藤原) 須田貝ダム(みなかみ町藤原) 室川温泉入り口(みなかみ町藤原) 藤原ダムサイト(みなかみ町藤原) 大穴(交差点そば)(みなかみ町下穴) 土合駅近く(みなかみ町湯檜曽) 水上駅(みなかみ町鹿野沢) 上牧駅西(みなかみ町東野沢) 上北都温泉(500m南)(みなかみ町水井) 法師温泉(500m南)(みなかみ町水井) 法師温泉(500m南)(みなかみ町水井) 法師温泉(500m南)(みなかみ町水井) 法師温泉へり口17号線)(みなかみ町水井) 赤谷湖(みなかみ町猿ヶ京) 下新田(みなかみ町類ヶ京) 下新田(みなかみ町類場) 中山交差点(高山村中山) 周山村役場(高山村中山) 周山村役場(高山村中山) 周田村1額 北橋歴史資料館(渋川市北橋町真壁) 子持総合支所(渋川市吹屋)	 福田市ではのまい、北平都 茶良俣ダムへ登る途中の道路沿い 須田貝ダムの手前(奥利根ダムに行こうとしたが途中で交津止のため戻ったところ) 室川温泉へ折れる道路の手前のところ ダムはかろうじて見える。少し離れている。 交差点そばで利根川の川原 土合駅近くの駐車場 木上駅傍の空地 上牧駅西の少し離れた空地 上毛高原駅の少し東の道路そば(駐車場) 法師温泉に行ったが監視カメラがあるので少し離れた鉄塔の傍 国道17号から法師温泉方面に折れてしばらく行ったところ 赤谷湖の東側の道路沿い(かろうじて赤谷湖が見える) 17号沿いに沼田に向かう道路沿い(消防団の建物の傍) 高山村の中山交差点そば(田んぼの畦) 村役場近くの道路沿いの空地) ウブタカ資源のそばで少し登ったところ 昭和インターと赤城高原サービスエリアの中間地点あたり ホカ発電所の導水菅が見える 渋川市の市街地で、私有地。所有者から声をかけられる。
1866 1877 1888 1899 1900 1911 1922 1933 1944 1955 1966 1977 1988 1999 2000 2011 2022 2033 2044 2055	奈良俣ダム(みなかみ町藤原) 須田貝ダム(みなかみ町藤原) 室川温泉入り口(みなかみ町藤原) 室川温泉入り口(みなかみ町藤原) 床(マグニンジングングロックの一部原) 大穴(交差点そば)(みなかみ町大穴) 土合駅近く(みなかみ町虎野?) 上谷駅西(みなかみ町見を野) 注部温泉(500-南)(みなかみ町水井) 法師温泉(500-南)(みなかみ町水井) 法師温泉(500-南)(みなかみ町水井) 法師温泉入り口17号線)(みなかみ町水井) 法部温泉入り口17号線)(みなかみ町水井) 志谷湖(みなかみ町夏ヶ京) 下新田(みなかみ町羽場) 中山交差点(高山村中山) 周山村役場(高山村中山) 周山村役場(高山村中山) 昭和村川額 北橋町真壁) 子持総合支所(渋川市北橋町真壁) 上毛森林C.C.(渋川市小野子)	福田市でにの支払い工業の 茶泉俣ダムへ登る途中の道路沿い 須田貝ダムの手前(奥利根ダムに行こうとしたが途中で交津止のため戻ったところ) 室川温泉へ折れる道路の手前のところ ダムはかろうじて見える。少し離れている。 交差点そばで利根川の川原 土合駅近くの駐車場 水上駅傍の空地 上を制成の少し離れた空地 上名高原駅の少し離れた空地 上毛高原駅の少し離れた空地 上毛高原駅の少し東の道路そば(駐車場) 法師温泉に行ったが監視カメラがあるので少し離れた鉄塔の傍 国道17号から法師温泉方面に折れてしばらく行ったところ 赤谷湖の東側の道路沿い(小ろうじて赤谷湖が見える) 17号沿いに沼田に向かう道路沿い(消防団の建物の傍) 高山村の中山交差点そば(田んぽの畦) 村役場近くの道路沿いの空地) ウブタカ資源のそばで少し登ったところ 昭和インターと赤城高原サービスエリアの中間地点あたり 水力発電所の導水者が見える 浅川市の市街地で、私有地。所有者から声をかけられる。 高山村の南方の森林地帯で、天文台へ行く道路に曲がる少し前
1866 1877 1888 1899 1900 1911 1922 1933 1944 1955 1966 1977 1988 1999 2000 2011 2022 2033 2044 2055 2066	奈良俣ダム(みなかみ町藤原) 須田貝ダム(みなかみ町藤原) 室川温泉入り口(みなかみ町藤原) 室川温泉入り口(みなかみ町藤原) 藤原ダムサイト(みなかみ町藤原) 大穴(交差点そば)(みなかみ町床穴) 土合駅近く(みなかみ町鹿野沢) 上谷駅近く(みなかみ町鹿野沢) 上牧駅西(みなかみ町上牧) 上毛高原駅(みなかみ町上牧) 上毛高原駅(みなかみ町大中) 法師温泉(500m南)(みなかみ町水中) 法師温泉(500m南)(みなかみ町水中) 法師温泉(500m南)(みなかみ町水中) 法師温泉(500m南)(みなかみ町水中) 大市(40000) 下新田(みなかみ町黄ヶ京) 下新田(みなかみ町類歩) 中山交差点(高山村中山) 周山村役場(高山村中山) 周山村役場(高山村中山) 昭和村川額 北橋歴史資料館(渋川市北橋町真壁) 子持総合支所(渋川市水橋町真壁) 上毛森林C.C.(渋川市小野子) 群馬天文台入口(高山村中山)	 加油(にの)がいたいかい 茶良俣ダムへ登る途中の道路沿い 須田貝ダムの手前(奥利根ダムに行こうとしたが途中で交津止のため戻ったところ) 室川温泉へ折れる道路の手前のところ ダムはかろうじて見える。少し離れている。 交差点そばで利根川の川原 土合駅近くの駐車場 木上駅傍の空地 上牧駅西の少し離れた空地 上毛高原駅の少し離れた空地 上毛高原駅の少し車の道路そば(駐車場) 法師温泉に行ったが監視カメラがあるので少し離れた鉄塔の傍 国道17号から法師温泉方面に折れてしばらく行ったところ 赤谷湖の東側の道路沿い(小ろうじて赤谷湖が見える) 17号治いに沼田に向かう道路沿い(消防団の建物の傍) 高山村の中山交差点そば(田んぼの畦) 村役場近くの道路沿いの空地) ウブタカ資源のそばで少し登ったところ 昭和インターと赤城高原サービスエリアの中間地点あたり 木力発電所の導水管が見える 渋川市の市街地で、私有地。所有者から声をかけられる。 高山村の南方の森林地帯で、天文台へ行く道路に曲がる少し前 天文台へ行く道路に折れてからしばらく行ったところ
1866 1877 1888 1899 1900 1911 1922 1933 1944 1955 1966 1977 1988 1999 2000 2011 2022 2033 2044 2055 2066 2077	奈良俣ダム(みなかみ町藤原) 須田貝ダム(みなかみ町藤原) 室川温泉入り口(みなかみ町藤原) 藤原ダムサイト(みなかみ町藤原) 大穴(交差点そば)(みなかみ町大穴) 土合駅近く(みなかみ町鹿野沢) 上谷駅近く(みなかみ町鹿野沢) 上牧駅西(みなかみ町上牧) 上毛高原駅(みなかみ町上牧) 上毛高原駅(みなかみ町大中) 法師温泉(500m南)(みなかみ町水中) 法師温泉(500m南)(みなかみ町水中) 法師温泉(500m南)(みなかみ町水中) 法師温泉(500m南)(みなかみ町水中) 活師温泉(500m南)(みなかみ町水中) 活師温泉(500m南)(みなかみ町水中) 活師温泉(500m南)(日本の本の町水中) 法師温泉(500m南)(日本の本の町水中) 法師温泉(500m南)(日本の本の町水中) 活師温泉(500m南)(日本の本の本の町水中) に新田(ななかみ町第小)(日本の本の本の本の本の本の本の本の本の本の本の本の本の本の本の本の本の本の本の	 加油(Tico Solv ユーダの 茶良俣ダムへ登る途中の道路沿い 須田貝ダムの手前(奥利根ダムに行こうとしたが途中で交津止のため戻ったところ) 室川温泉へ折れる道路の手前のところ ダムはかろうじて見える。少し離れている。 交差点そばで利根川の川原 土合駅近くの駐車場 本上駅傍の空地 上牧駅西の少し離れた空地 上毛高原駅の少し鹿の道路そば(駐車場) 法師温泉に行ったが監視カメラがあるので少し離れた鉄塔の傍 国道17号から法師温泉方面に折れてしばらく行ったところ 赤谷湖の東側の道路沿い(かろうじて赤谷湖が見える) 17号治いに沼田に向かう道路沿い(消防団の建物の傍) 高山村の中山交差点そば(田んぼの畦) 村役場近くの道路沿いの空地) ウブタカ資源のそばで少し登ったところ 昭和インターと赤城高原サービスエリアの中間地点あたり 水力発電所の導水管が見える 渋川市の市街地で、私有地。所有者から声をかけられる。 高山村の南方の森林地帯で、天文台へ行く道路に曲がる少し前 天文台へ行く道路に折れてからしばらく行ったところ 高山村から中之条に抜ける道路で幹線道路に出る少し前
1866 1877 1888 1899 1900 1911 1922 1933 1944 1955 1966 1977 1988 1999 2000 2011 2022 2033 2044 2055 2066 2077 2088	奈良俣ダム(みなかみ町藤原) 須田貝ダム(みなかみ町藤原) 室川温泉入り口(みなかみ町藤原) 藤原ダムサイト(みなかみ町藤原) 大穴(交差点そば)(みなかみ町床穴) 土合駅近く(みなかみ町鹿野沢) 上谷駅近く(みなかみ町鹿野沢) 上牧駅西(みなかみ町走牧) 上毛高原駅(みなかみ町上牧) 上毛高原駅(みなかみ町大中) 法師温泉入り口17号線)(みなかみ町永井) 法師温泉入り口17号線)(みなかみ町永井) 法師温泉入り口17号線)(みなかみ町永井) 法師温泉入り口17号線)(みなかみ町永井) 法師温泉入り口17号線)(みなかみ町水井) 活師温泉入り口17号線)(みなかみ町水井) 法師温泉入り口17号線)(みなかみ町水井) 法師温泉入り口17号線)(みなかみ町水井) 法師温泉入り口17号線)(みなかみ町水井) 法師温泉入り口17号線)(みなかみ町水井) 法師温泉入り口17号線)(みなかみ町水井) 法福歴史資料館(渋川市北福町真壁) 子持総合支所(渋川市水屋) 上毛森林C.C.(渋川市小野子) 群馬天文台入口(高山村中山) 横尾(中之条町横) 中之条高校(中之条町中之条)	 福田市でにのない、加中級の 茶良俣ダムへ登る途中の道路沿い 須田貝ダムの手前(奥利根ダムに行こうとしたが途中で交津止のため戻ったところ) 室川温泉へ折れる道路の手前のところ ダムはかろうじて見える。少し離れている。 交差点そばで利根川の川原 土合駅近くの駐車場 大上駅傍の空地 上牧駅西の少し離れた空地 上毛高原駅の少し東の道路そば(駐車場) 法師温泉に行ったが監視カメラがあるので少し離れた鉄塔の傍 国道17号から法師温泉方面に折れてしばらく行ったところ 赤谷湖の東側の道路沿い(かろうじて赤谷湖が見える) 17号治いに沼田に向かう道路沿い(消防団の建物の傍) 高山村の中山交差点そば(田んぼの畦) 村役場近くの道路沿いの空地) ウブタカ資源のそばで少し登ったところ 昭和インターと赤城高原サービスエリアの中間地点あたり 水力発電所の導水菅が見える 渋川市の市街地で、私有地。所有者から声をかけられる。 高山村の南方の森林地帯で、天文台へ行く道路に曲がる少し前 天文台へ行く道路に折れてからしばらく行ったところ 高山村のら中之条に抜ける道路で幹線道路に出る少し前 中之条市内で高校近くの空き地
1866 1877 1888 1899 1900 1911 1922 1933 1944 1955 1966 1977 1988 1999 2000 2011 2022 2033 2044 2055 2066 2077 2088 2099	奈良俣ダム(みなかみ町藤原) 須田貝ダム(みなかみ町藤原) 室川温泉入り口(みなかみ町藤原) 藤原ダムサイト(みなかみ町藤原) 大穴(交差点そば)(みなかみ町下穴) 土合駅近く(みなかみ町) 大忠駅(みなかみ町鹿野沢) 上牧駅面(みなかみ町上牧) 上毛高原駅(みなかみ町月夜野) 法師温泉(500m南)(みなかみ町永井) 法師温泉入り口17号線)(みなかみ町水井) 法師温泉入り口17号線)(みなかみ町水井) 法師温泉入り口17号線)(みなかみ町水井) 赤谷湖(みなかみ町第本) 下新田(みなかみ町第本) 下新田(みなかみ町第本) 下新田(みなかみ町第本) 下が田(高山村中山) 同山村役場(高山村中山) 昭和村川額 北橘歴史資料館(渋川市北橋町真壁) 子特総合支所(渋川市小野子) 群馬天文台入口(高山村中山) 横尾(中之条町横) 中之条高校(中之条町中之条) 四万温泉上部の道路際(中之条町四万)	加市にての支払い工業の 茶良俣ダムへ登る途中の道路沿い 須田貝ダムの手前(奥利根ダムに行こうとしたが途中で交津止のため戻ったところ) 室川温泉へ折れる道路の手前のところ ダムはかろうじて見える。少し離れている。 交差点そばで利根川の川原 土合駅近くの駐車場 水上駅傍の空地 上牧駅西の少し離れた空地 上名雨駅の少し車の道路そば(駐車場) 法師温泉に行ったが監視カメラがあるので少し離れた鉄塔の傍 国道17号から法師温泉方面に折れてしばらく行ったところ 赤谷湖の東側の道路沿い(かろうじて赤谷湖が見える) 17号沿いに沼田に向かう道路沿い(消防団の建物の傍) 高山村の中山交差点そば(田んぼの畦) 村役場近くの道路沿いの空地) ウブタ力資源のそばで少し登ったところ 昭和インターと赤城高原サービスエリアの中間地点あたり 水力発電所の導水菅が見える 渋川市の市街地で、私有地。所有者から声をかけられる。 高山村の南方の森林地帯で、天文台へ行く道路に曲がる少し前 天文台へ行く道路に出る少し前 天文台へ行く道路に出る少し前 大会宅地 四万温泉地の上部にできた道路の交差点のそばの駐車場
1866 1877 1888 1899 1900 1911 1922 1933 1944 1955 1966 1977 1988 1999 2000 2011 2022 2032 2042 2052 2066 2077 2088 2099 2100	奈良俣ダム(みなかみ町藤原) 須田貝ダム(みなかみ町藤原) 室川温泉入り口(みなかみ町藤原) ェ川温泉入り口(みなかみ町藤原) 藤原ダムサイト(みなかみ町藤原) 床(交差点そば)(みなかみ町下穴) 土合駅近く(みなかみ町時間) 大穴(交差点そば)(みなかみ町大穴) 土合駅近く(みなかみ町東野沢) 上な駅(みなかみ町東野沢) 上牧駅西(みなかみ町大や) 上老高原駅(みなかみ町大や) 上老高原駅(みなかみ町大や) 上老高原駅(みなかみ町大や) 法師温泉(500m南)(みなかみ町水井) 法師温泉入り口17号線)(みなかみ町水井) 法師温泉入り口17号線)(みなかみ町水井) 法師温泉入り口17号線)(みなかみ町水井) 法師温泉入り口17号線)(みなかみ町水井) 赤谷湖(みなかみ町第本)) 古(山村中山) 市小野谷(高山村中山) 昭和村川額 北橘歴史資料館(渋川市北橘町真壁) 子持総合支所(渋川市小野子) 群馬文文台入口(高山村中山) 横尾(中之条町大) 四万温泉上部の道路際(中之条町四万) 四万温泉の入り口(中之条町四万)	加加にての支払いして、 第 第 2 第 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 <
1866 1877 1888 1899 1900 1911 1922 1933 1944 1955 1966 1977 1988 1999 2000 2011 2022 2032 2042 2052 2066 2077 2088 2099 2100 211	奈良俣ダム(みなかみ町藤原) 須田貝ダム(みなかみ町藤原) 室川温泉入り口(みなかみ町藤原) ェ川温泉入り口(みなかみ町藤原) 藤原ダムサイト(みなかみ町藤原) 大穴(交差点そば)(みなかみ町藤原) 大方駅近く(みなかみ町) 大方駅近く(みなかみ町) 大方駅(ひんなかみ町) (みなかみ町) (みなかみ町) 大部(11) (高山村中山) 高山村村谷場(高山村中山) 昭和村田(初) 昭和村田(初) 昭和村田(初) 昭和村田(初) 昭和村田(初) 七橋歴史資料館(渋川市北橋町真壁) 子持総合支所(渋川市小野子) 群馬天文台入口(高山村中山) 横尾(中之条町横) 中之条高校(中之条町中之条) 四万温泉上部の道路際(中之条町四万) 澤田小学校西方(中之条町四万) 澤田小学校西方(中之条町下沢渡)	加加にてのない、加中物 茶良俣ダムへ登る途中の道路沿い 須田貝ダムの手前(奥利根ダムに行こうとしたが途中で交津止のため戻ったところ) 室川温泉へ折れる道路の手前のところ ダムはかろうじて見える。少し離れている。 交差点そばで利根川の川原 土合駅近くの駐車場 水上駅傍の空地 上牧駅西の少し離れた空地 上毛高原駅の少し東の道路そば(駐車場) 法師温泉に行ったが監視カメラがあるので少し離れた鉄塔の傍 国道17号から法師温泉方面に折れてしばらく行ったところ 赤谷湖の東側の道路沿い(かろうじて赤谷湖が見える) 17号おいに沼田に向かう道路沿い(消防団の建物の傍) 高山村の中山交差点そば(日んぼの畦) 村役場近くの道路沿いの空地) ウブタカ資源のそばで少し登ったところ 昭和インターと赤城高原サービスエリアの中間地点あたり 水力発電所の導水菅が見える 波川市の市街地で、私有地。所有者から声をかけられる。 高山村の南方の森林地帯で、天文台へ行く道路に曲がる少し前 天文台へ行く道路に折れてからしばらく行ったところ 酒山村から中之条に抜ける道路で幹線道路に出る少し前 中之条市内で高校近くの空き地 四万温泉地の上部にできた道路の交差点のそばの駐車場 中之条から四万温泉に行く道路で四万温泉の入り口 沢渡温泉方面に折れてしばらく行ったところ (沢渡温泉近くでは適当な採取地点が見つからない)
1866 1877 1888 1899 1900 1911 1922 1933 1944 1955 1966 1977 1988 1999 2000 2011 2022 2033 2044 2055 2066 2077 2088 2099 2100 2111 2122	奈良俣ダム(みなかみ町藤原) 須田貝ダム(みなかみ町藤原) 室川温泉入り口(みなかみ町藤原) 宝川温泉入り口(みなかみ町藤原) 末川温泉入り口(みなかみ町藤原) 大穴(交差点そば)(みなかみ町藤原) 大穴(交差点そば)(みなかみ町大穴) 土合駅近く(みなかみ町鹿野沢) 上な駅西(みなかみ町上牧) 上も高原駅(みなかみ町上牧) 上毛高原駅(みなかみ町大中) 法師温泉(500-南)(みなかみ町大中) 法師温泉(500-南)(みなかみ町大中) 法師温泉(500-南)(みなかみ町大中) 法師温泉(500-南)(みなかみ町大中) 法師温泉(500-南)(みなかみ町大中) 法師温泉(500-南)(みなかみ町大中) 花幡歴史資料館(渋川市北橋町真壁) 子持総合支所(渋川市火橋町) 昭和村川額 北橋歴史資料館(渋川市北橋町真壁) 子持総合支所(渋川市火野) 联馬天文台入口(高山村中山) 横尾(中之条町横) 中之条高校(中之条町中之条) 四万温泉上部の道路際(中之条町四万) 躍一小学校西方(中之条町下沢渡) 郷原駅(東吾妻町郷原)	
1866 1877 1888 1899 1900 1911 1922 1933 1944 1955 1966 1977 1988 1999 2000 2011 2022 2033 2044 2055 2066 2077 2088 2099 2100 2111 2122 2133	奈良俣ダム(みなかみ町藤原) 須田貝ダム(みなかみ町藤原) 室川温泉入り口(みなかみ町藤原) 宝川温泉入り口(みなかみ町藤原) 末川温泉入り口(みなかみ町藤原) 大穴(交差点そぼ)(みなかみ町藤戸) 大方駅(クスなかみ町東野沢) 土合駅近く(みなかみ町東野沢) 土合駅近く(みなかみ町上牧) 土合駅駅(みなかみ町上牧) 上毛高原駅(みなかみ町上牧) 上毛高原駅(みなかみ町大中) 法師温泉(500m南)(みなかみ町水中) 法師温泉(500m南)(みなかみ町水中) 法師温泉(500m南)(みなかみ町水中) 法師温泉(500m南)(みなかみ町水中) 法師温泉(500m南)(みなかみ町水中) 法師温泉(500m南)(みなかみ町水中) ボ崎麗史(300m南)(4本なかみ町水中) 市田村役場(高山村中山) 川田小学校西1km(沼田市尾形原町) 昭和村川額 北橘町真壁) 子持総合支所(法川市北橘町真壁) 子持総合支所(法川市水橘町真壁) 子持総合支所(法川市吹屋) 上毛森林C.C.(法川市小野子) 群馬天文台入口(高山村中山) 横尾(中之条町横) 中之条高校(中之条町中之条) 四万温泉の入り口(中之条町四万) 澤田小学校西方(中之条町下沢渡) 澤源原駅(東吾妻町郷原) 岩下駅(東吾妻町郷原)	加市のでの支付金車の道路沿い 須田貝ダムの手前(集利根ダムに行こうとしたが途中で交津止のため戻ったところ) 室川温泉へ折れる道路の手前のところ ダムはかろうじて見える。少し離れている。 交差点そばで利根川の川原 土合駅近くの駐車場 水上駅傍の空地 上牧駅西の少し離れた空地 上名駅辺くの駐車場 大上駅傍の空地 上牧駅西の少し離れた空地 上名駅原の少し東の道路そば(駐車場) 法師温泉に行ったが監視カメラがあるので少し離れた鉄塔の傍 国道17号から法師温泉方面に折れてしばらく行ったところ 赤谷湖の東側の道路沿い(かろうじて赤谷湖が見える) 17号わいに沼田に向かう道路沿い(消防団の建物の傍) 高山村の中山交差点そば(田んぽの畦) 村役場近くの道路沿いの空地) ウブタカ資源のそばで少し登ったところ 昭和インターと赤城高原サービスエリアの中間地点あたり 木力発電所の導水菅が見える 浅川市の市街地で、私有地。所有者から声をかけられる。 高山村の南方の森林地帯で、天文台へ行く道路に囲がる少し前 中之条市内で高校近くの空き地 四万温泉地の上部にできた道路の交差点のそばの駐車場 中之条市内で高校近くの空き地 四万温泉市に折れてしばらく行ったところ(沢渡温泉近くでは適当な採取地点が見つからない) 海原駅近くの道路にいで、元はガソリンスタンドだったところ 岩下駅近くの空き地
186 187 188 189 190 191 192 193 194 195 196 197 198 199 200 201 202 203 204 205 206 207 208 209 210 211 212 213 214	奈良俣ダム(みなかみ町藤原) 須田貝ダム(みなかみ町藤原) 室川温泉入り口(みなかみ町藤原) 宝川温泉入り口(みなかみ町藤原) 末川温泉入り口(みなかみ町藤原) 大穴(交差点そば)(みなかみ町藤原) 大方駅(交差点そば)(みなかみ町藤戸) 土合駅近く(みなかみ町東野沢) 土合駅近く(みなかみ町東野沢) 上を部町(みなかみ町上牧) 上毛高原駅(みなかみ町上牧) 上毛高原駅(みなかみ町上牧) 上毛高原駅(みなかみ町人中) 法師温泉(500m南)(みなかみ町水井) 法師温泉(500m南)(みなかみ町水井) 法師温泉(500m南)(みなかみ町水井) 法師温泉(500m南)(みなかみ町水井) 法師温泉(500m南)(みなかみ町水井) 六谷湖(みなかみ町黄ヶ京) 下新田(みなかみ町猿ヶ京) 下新田(みなかみ町嶺ヶ京) 下新田(みなかみ町嶺ヶ京) 下新田(みなかみ町翔場) 中山交差点(高山村中山) 高山村や山) 高山村や山3 高山村や山3 高山村や山4 福鹿史資料館(渋川市北橋町真壁) 子持総合支所(渋川市北橋町真壁) 子持総合支所(渋川市水橋町真壁) 王を森林C.C.(渋川市小野子) 群馬天文台入口(高山村中山) 横尾(中之条町横) 中之条高校(中之条町中之条) 四万温泉上部の道路際(中之条町四万) 四万温泉の入り口(中之条町下沢渡) 郷原駅(東吾妻町郷原) 岩下駅(東吾妻町郷原) 岩下駅(東吾妻町郷原) 川原湯温泉入り口(東吾妻町川原湯)	
186 187 188 189 190 191 192 193 194 195 196 197 198 199 200 201 202 203 204 205 206 207 208 209 210 211 212 213 214 215	奈良俣ダム(みなかみ町藤原) 須田貝ダム(みなかみ町藤原) 室川温泉入り口(みなかみ町藤原) 宝川温泉入り口(みなかみ町藤原) 末川温泉入り口(みなかみ町藤原) 大穴(交差点そば)(みなかみ町藤原) 大穴(交差点そば)(みなかみ町声形) 土合駅近く(みなかみ町東野沢) 土合駅近く(みなかみ町東野沢) 上も高原駅(みなかみ町上牧) 上毛高原駅(みなかみ町上牧) 上毛高原駅(みなかみ町大中) 法師温泉(500m南)(みなかみ町水井) 法師温泉人り口17号線)(みなかみ町水井) 法師温泉人り口17号線)(みなかみ町水井) 法師温泉人り口17号線)(みなかみ町水井) ボ谷湖(みなかみ町黄ヶ京) 下新田(みなかみ町猿ヶ京) 下新田(みなかみ町類歩) 中山交差点(高山村中山) 周山村役場(高山村中山) 周山村役場(高山村中山) 周山村役場(高山村中山) 周山村役場(高山村中山) 間本が一般で支点(夜山市北橋町真壁) 子持総合支所(渋川市北橋町真壁) 子持総合支所(渋川市北橋町真壁) 子持総合支所(渋川市北橋町真壁) 子持総合支所(渋川市北橋町真壁) 丁山戸温泉上部の道路際(中之条町四万) 四万温泉と部の道路際(中之条町四万) 四万温泉の入り口(中之条町下沢渡) 郷原駅(東吾妻町郷原) 岩下駅(東吾妻町郷下) 川原湯温泉入り口(東吾妻町川原湯) 長野原草津口駅(長野原町長野原)	A min * ための美中の道路沿い 須田貝ダムの手前(奥利根ダムに行こうとしたが途中で交津止のため戻ったところ) 宝川温泉へ折れる道路の手前のところ ダムはかろうじて見える。少し離れている。 交差点そばで利根川の川原 土合駅近くの駐車場 木上駅傍の空地 上を歓野西の少し離れた空地 上を数野西の少し鹿れた空地 上も高原駅の少し東の道路そば(駐車場) 法部温泉に行ったが監視カメラがあるので少し離れた鉄塔の傍 国道17号から法師温泉方面に折れてしばらく行ったところ 赤谷湖の東側の道路沿い(かろうじて赤谷湖が見える) 17号かいに沼田に向かう道路沿い(消防団の建物の傍) 高山村の中山交差点そば(田ルぼの畦) 村役場近くの道路沿いの空地 ウブタカ資源のそばで少し登ったところ 昭和インターと赤城高原サービスエリアの中間地点あたり 木力整電所の薄水者が見える 昭和インターと赤城高原サービスエリアの中間地点あたり 木力整電所の薄水者が見える 岡和インターと赤城高原サービスエリアの中間地点あたり 木力整電所の薄水者が見える 岡山村から中之条に抜ける道路で幹線道路に出る少し前 中之条市内で高枝近くの空差点のそばの駐車場 中之条市内で高枝近くの空差点のそばの駐車場 中之条から四万温泉に行く道路で四万温泉の入り口 沢濱温泉方面に折れてしばらく行ったところ 岩下販近くの空き地 川原湯温泉への薬入り口そばの空き地(廃屋) 新しくできた道路沿いの駐車場の奥)
1866 1877 1888 1899 1900 1911 1922 1933 1944 1955 1966 1977 1988 2000 2011 2022 2033 2044 2055 2066 2077 2088 2099 2100 2111 2122 2133 2144 2155 2166 2167 2178 2188 2199 2199 2199 2199 2000 2011 2022 2033 2044 2055 2065 2075	奈良俣ダム(みなかみ町藤原) 須田貝ダム(みなかみ町藤原) 室川温泉入り口(みなかみ町藤原) 宝川温泉入り口(みなかみ町藤原) 床川濃泉入り口(みなかみ町藤原) 床ワングングングングングングングングングングングングングングングングングングング	エロボロドにのでは、加手端 茶良侯ダムへ登る途中の道路沿い 須田貝ダムの手前(奥利根ダムに行こうとしたが途中で交津止のため戻ったところ) 室川温泉へ折れる道路の手前のところ ダムはかろうじて見える。少し離れている。 交差点そばで利根川の川原 土合駅近くの駐車場 木上駅傍の空地 上衣駅西の少し離れた空地 上衣駅西の少し離れた空地 上衣駅西の少し鹿れた空地 上衣駅西の少し鹿れた空地 上花部温泉に行ったが監視カメラがあるので少し離れた鉄塔の傍 国道17号から法師温泉方面に折れてしばらく行ったところ 赤谷湖の東側の道路沿い(かろうじて赤谷湖が見える) 17号沿いに沼田に向かう道路沿い(消防団の建物の傍) 高山村の中山交差点そば(田人ぼの畦) 村役場近くの道路沿いの空地) ウブタカ資源のそばで少し登ったところ 昭和インターと赤城高原サービスエリアの中間地点あたり 木力発電所の導水着が見える 渋川市の市街地で、私有地。所有者から声をかけられる。 高山村の南方の泰林地帯で、天文台へ行く道路に曲がる少し前 天文台へ行く道路に折れてからしばらく行ったところ 高山村の市方の森林地帯で、天文台へ行く道路に低いる少し前 天文台へ行く道路に折れてからしばらく行ったところ 高山村から中之条に抜ける道路で酔線道路に出る少し前 中之条市内で高校近くの空き地 四万温泉地の上部にできた道路の交差点のそばの駐車場 中之条から四万温泉に行く道路で四万温泉の入りロ 沢渡温泉方面に折れてしばらく行ったところ 岩下野近くの空き地 川原湯温泉への葉入りロそばの空き地(廃屋) 新しくできた道路沿いの駐車場の奥) 六合村へ行く道路沿い
186 187 1888 1899 1900 1911 1922 1933 1944 1955 1966 1977 1988 2000 2011 2022 2033 2044 2055 2066 2077 2088 2099 2110 2112 2133 2144 2155 2166 2177	奈良俣ダム(みなかみ町藤原) 須田貝ダム(みなかみ町藤原) 室川温泉入り口(みなかみ町藤原) 室川温泉入り口(みなかみ町藤原) 藤原ダムサイト(みなかみ町藤原) 大穴(交差点そば)(みなかみ町藤原) 大穴(交差点そば)(みなかみ町大穴) 土合駅近く(みなかみ町鹿野沢) 上を家町く(みなかみ町東野沢) 上牧駅西(みなかみ町東野沢) 上北歌西(みなかみ町東野沢) 上北部(クなかみ町東大) 法師温泉(500m南)(みなかみ町大井) 法師温泉入り口17号線)(みなかみ町水井) 法師温泉入り口17号線)(みなかみ町水井) 赤谷湖(みなかみ町猿ヶ京) 下新田(みなかみ町蜀場) 中山交差点(高山村中山) 川田小学校西1km(沼田市尾形原町) 昭和村川額 北橋歴史資料館(渋川市北橋町真壁) 子持総合支所(渋川市吹屋) 上毛森林に、C. (沼田市県下野町) 開馬天(白入口(高山村中山) 横尾(中之条町横) 中之条高校(中之条町中之条) 四万温泉上部の道路際(中之条町四万) 澤馬水)口(中之条町四万) 澤田小学校西方(中之条町中之条) 四万温泉へり口(東吾妻町部原) 岩下家(東吾妻町岩下) 川原湯温泉入り口(東吾妻町川原湯) 長野原町建立の駅(長野原町長野原) 太子(龍澤寺)(六合村日影) 野反湖その1(六合村入山)	加田市でしてのないな上す場 茶具長ダムへ登る途中の道路沿い 須田貝ダムの手前(奥利根ダムに行こうとしたが途中で交津止のため戻ったところ) 宝川温泉へ折れる道路の手前のところ ダムはかろうじて見える。少し離れている。 交差点そばで利根川の川原 土合駅近くの駐車場 木上駅傍の空地 上な駅傍の空地 上な駅原の少し離れた空地 上を高原駅の少し鹿れた空地 上を高原駅の少し鹿れた空地 上を高原駅の少し鹿れた空地 上を高原駅の少し鹿れた空地 上を高原駅の少し鹿れた空地 上を高原駅の少し鹿れた空地 上を高原駅の少し鹿れた空地 上を高原駅の少し直路沿い(かろうじて赤谷湖が見える) 17号わいにお田に向かう道路沿い(かろうじて赤谷湖が見える) 17号ないに割田に向かうう道路沿い(かろうじて赤谷湖が見える) 17号ないにあかり オ会都の東側の道路沿い(かろうじて赤谷湖が見える) 17号ないにあかりが見える 17号ないにあかり オク電前のを支払しばの空地) ウブタカ資源のそばで少し登ったところ 昭和インターと赤城高原サービスェリアの中間地点あたり 木力発電所の導水管が見える 昭和インターと赤城高原サービスエリアの中間地点あたり 木力発電所の導水管が見える 酸和小の市街地で、私有地。所有者から声をかけられる。 高山村の南方の森林地帯で、天文なっ行く道路に出る少し前 中之条市内で高校近くの空き地 四方温泉に行く道路での方温泉にのえばの型り アンターと条がら四方温泉に行く道路での方温泉の入りロ アンターと赤城高原 マーチョの、ショの アン キンターにたるにあるいで、売は「ボン 中之条に
1866 1877 1888 1899 1900 1911 1922 1933 1944 1955 1966 1977 1988 1999 2000 2011 2022 2033 2044 2055 2066 2077 2088 2099 2010 2111 2122 2133 2144 2155 2167 2188 2177 2188 2187 2188 2187 2188 2197 2188 2197 2188 2197 2188 2197 2188 2197 2188 2197 2188 2197 2188 2197 2197 2188 2197 2197 2198 2197 2197 2198 2007 2017 2018 2017 2018 2017 2018 2019 2019 2017 2018 2019	奈良俣ダム(みなかみ町藤原) 須田貝ダム(みなかみ町藤原) 室川温泉入り口(みなかみ町藤原) 室川温泉入り口(みなかみ町藤原) 藤原ダムサイト(みなかみ町藤原) 大穴(交差点そば)(みなかみ町下穴) 土合駅近く(みなかみ町馬野沢) 上合駅近く(みなかみ町馬野沢) 上牧駅面(みなかみ町上牧) 上毛高原駅(みなかみ町月夜野) 法師温泉(500m南)(みなかみ町月夜野) 法師温泉入り口17号線)(みなかみ町永井) 法師温泉入り口17号線)(みなかみ町永井) 法師温泉へり口17号線)(みなかみ町永井) 法師温泉へり口17号線)(みなかみ町水井) 市(高山村中山) 川田小学校西1km(沼田市尾形原町) 昭和村川額 北橘歴史資料館(渋川市水屋) 上毛森林C.C.(渋川市小野子) 群馬天文台入口(高山村中山) 横尾(中之条町横) 中之条畜校(中之条町大) 四万温泉の入り口(中之条町中之条) 四万温泉の入り口(中之条町四万) 澤田小学校西方(中之条町下沢渡) 郷原駅(東吾妻町都原) 岩下駅(東吾妻町部原) 岩下駅(東吾妻町部県) 岩下駅(東吾妻町部県) 岩下駅(東吾妻町部県) 岩下駅(東吾妻町部県) 男原、東子妻町日時) 川原湯温泉入り口(東吾妻町川原湯) 長野原草津口駅(長野原町長野原町長野原) 太子(龍澤寺)(六合村日影) 野反湖その2(六合村入山)	Amin 1 にの 2 % 2 4 ~ 2 % 2 % 2 % 2 % 2 % 2 % 2 % 2 % 2 % 2
1866 1877 1888 1899 1900 1911 1922 1933 1944 1955 1966 1977 1988 1999 2000 2011 2022 2033 2044 2055 2066 2077 2088 2099 2101 2112 2133 2144 2155 2166 2177 2188 2199	奈良俣ダム(みなかみ町藤原) 須田貝ダム(みなかみ町藤原) 室川温泉入り口(みなかみ町藤原) 宝川温泉入り口(みなかみ町藤原) 末川温泉入り口(みなかみ町藤原) 大穴(交差点そぼ)(みなかみ町藤原) 大穴(交差点そぼ)(みなかみ町族門) 大合駅近く(みなかみ町鹿野沢) 上谷駅近く(みなかみ町東野沢) 上谷駅西(みなかみ町上牧) 上毛高原駅(みなかみ町上牧) 上毛高原駅(みなかみ町大中) 法師温泉入り口17号線)(みなかみ町永井) 法師温泉入り口17号線)(みなかみ町水井) 法師温泉入り口17号線)(みなかみ町水井) 法帝道県(500両前)(みなかみ町水井) 法帝道県(500両前)(みなかみ町水井) 法帝道県(500両前)(みなかみ町水井) 法帝道県(500両前)(みなかみ町水井) 本谷湖(みなかみ町泉町) 中山交差点(高山村中山) 川田小学校西1km(沼田市尾形原町) 昭和村川額 北橘歴史資料館(渋川市北橘町真壁) 子持総合支所(渋川市水橋町真壁) 子持総合支所(渋川市水橋町真壁) 子持総合支所(渋川市水野子) 群馬天文台入口(高山村中山) 横尾く中之条町町の万) 四万温泉上部の道路際(中之条町四万) 四万温泉し部の道路際(中之条町四万) 四万温泉の入り口(中之条町四万) 澤田小学校西方(中之条町四万) 澤田小学校西方(中之条町四万) 二第二第二第二第三(東吾妻町新原) 岩下駅(東吾妻町第下) 川原湯温泉入り口(東吾妻町川原湯) 長野原草津口駅(長野原町長野原) 太子(龍澤寺)(六合村入山) 野反湖その2(六合村入山)	加加市でしてのます。 第 第日目ダムの手前(奥利根ダムに行こうとしたが途中で交津止のため戻ったところ) 第 第日目泉へ折れる道路の手前のところ ダムはかろうじて見える。少し離れている。 交差点そばで利根川の川原 4 土合駅町の少し見える。少し離れている。 交差点そばで利根川の川原 土合駅町の少し鹿れた空地 5 上右原駅の少し魔前路そざ(駐車場) 法師温泉に行ったが監視カメラがあるので少し離れた鉄塔の傍 国道17号から法師温泉方面に折れてしばらく行ったところ 赤谷湖の東側の道路沿い(泊ち可してあ谷湖が見える) 17号冷いに沼田に向かう道路沿い(消防団の建物の傍) 高山村の中山交差点そば(田んぽの畦) 村役場近くの道路沿いの空地) ウブタカ資源のそばで少し登ったところ 昭和インターと赤城高原サービスエリアの中間地点あたり 木力発電所の導水管が見える ボカ発電所の導水管が見える 第 ボカラの森林地帯で、天文台へ行く道路に曲がる少し前 天文台へ行く道路に折れてからしばらく行ったところ 高山村の南方の森林地帯で、天文台へ行く道路に出る少し前 中之条小ら四万温泉に行く道路で回方温泉の入りロ ア支着市内で高校近くの空き地 四万温泉地の上部にできた道路の交差点のそばの駐車場 四万温泉地の上部にできた道路の交差点のそばの駐車場 中之条小ら四万温泉に行く道路に町ろ温泉の入りロ 沢渡温泉方面に折れてしばらく行ったところ (沢満温泉近くでは適当な採取地点が見つからない) 第原販近くの道路沿で、元はガソリンスタンドだったところ 第 第二次の道路沿いで、元はガソリンスタンドだったところ 第 第二次近くの道路沿いの駐車場の奥) たきた道路沿いの駐車場の奥 六合村へ行く道路沿い 第 第回びに着いたところにある駐車場 第 第 東近くの主道路沿い 第 野近くの電き地

221 草津C.C.北(草津町前口)	草津町から南下し、西に折れてしばらく行ったところ(三角屋根の商店の反対側の空き地)
222 万座温泉ハイウエーそば(嬬恋村門貝)	万座有料道路のすぐ西側で、クラシックカーレースを見学(嬬恋村門貝)
223 バラギ湖畔 (嬬恋村千俣)	バラギ湖畔の東側の駐車場で採取。
224 田代湖の西方(嬬恋村田代)	バラギ湖から南下し、国道144号線に出る少し前の下り坂道路の横で採取
225 上田市菅平入り口(上田市真田町長)	上田市菅平入り口(上田市真田町長)あずまや高原ホテル入り口の看板があるところ。
226 鳴岩橋北東500m (嬬恋村大笹)	鳴岩橋北東500mくらいで、吾妻川の右岸側にある空き地。反対側に小さな商店がある。
227 鬼押し出し北方(嬬恋村鎌原)	鬼押し出し北方(嬬恋村鎌原)で、ペンションコスモスの近くの道路沿い。夏場は果物などの売り場。
228 牧野宮神社(長野原町北軽井沢)	牧野宮神社と道路を挟んだ西方の工事中の看板の横の空き地
229 駒髪山東方(高崎市倉渕町川添)	駒髪山東方の駐車場(浅間隠山への登山者が車を止めるところ)
230 目印無し(高崎市倉渕町川添)	浅間隠山方面から倉渕に向かう道路がつづら折れになっているところの道路際
231 倉渕支所(高崎市倉渕町三ノ倉)	倉渕支所近くの道路際
232 倉渕中央小学校北方(倉渕町権田)	倉渕中央小学校北方の川と道路の間の空き地
233 古賀良山西方約3km (東吾妻町大戸)	古賀良山西方約3kmほどのところ(道路際)
234 薬師温泉東方(東吾妻町須賀尾)	薬師温泉東方でバス停の待合所のようなバラックが建っている
235 大津交差点(長野原町大津)	大津交差点そば
236 万座鹿沢口駅(嬬恋村三原)	万座鹿沢口駅著角の道路沿いの売地
237 草津セミナーハウス裏(草津町草津)	草津セミナーハウスの裏(矢沢川横)
238 西中学校グラウンド横(長野原町応桑)	西中学校グラウンド横(道路際)
239 軽井沢駅東方(軽井沢町軽井沢)	軽井沢駅東方の碓氷峠にある空き地
240 碓井湖東方(安中市松井田町坂本)	碓井湖東方の道路沿いの空き地
241 霧積温泉(安中市松井田町坂本)	霧積温泉は入口のアメダス観測機器のそば(東経138°40'26", 北緯36°23'59")
242 五料平(安中市松井田町五料)	五料平近くのコンビニの駐車場横の空き地
243 高戸谷山北東1km (安中市松井田町上益田)	高戸谷山北東1kmほどの道路沿いの空き地(空間線量0.424で高い)
244 秋間梅林(安中市上後閑)	秋間梅林の中
245 磯部入り口 (安中市郷原)	国道18号線の磯部入り口の交差点
246 碓井病院入り口交差点(安中市原市)	碓井病院入り口交差点そばの空き地
247 板鼻変電所(安中市中宿)	板鼻変電所(安中市中宿)の川沿いの空き地
248 宗伝寺西方(吉井町上奥平)	宗伝寺西方にある個人所有と思われる農地(コスモスの花が咲いている)
249 岩戸小学校(吉井町下奥平)	岩戸小学校近くの道路沿いの空き地
250 吉井町役場(吉井町吉井)	吉井町役場南方の道路の交差点そば(大きな看板(ジャンジャン藤岡店)
251 七興山古墳東方(藤岡市本動堂)	七興山古墳東方の鮎川橋のそばの空き地
252 新町駅東方(高崎市新町)	新町駅東方の踏切のそばの空き地
253 富岡駅西(富岡市富岡)	富岡駅西のAvailの駐車場
254 下仁田駅南(下仁田町下仁田)	下仁田駅南の広い空き地
255 物語山西方(下仁田町南野牧)	物語山西方の細い道路沿いの空き地
256 南牧小学校南(南牧村千原)	南牧小学校南の道路沿いの畑の端
257 塩ノ沢温泉(上野村楢原)	塩ノ沢温泉近くの道路沿い(坂道)の空き地
258 不二洞入り口(上野村川和)	不二洞入り口の看板がある道路沿いの空き地
259 青染(神流町青染)	トンネルを抜け、大きくカーブしているところにある広い空き地
260 白石山東方(神流町塩沢)	白石山東方の道路沿いの空き地
261 オドケ山北西方(藤岡市上日野)	オドケ山北西の道路沿いの空き地
262 藤岡温泉C.C.北東方(藤岡市上日野鹿島)	藤岡温泉C.C.北東方の道路沿い(火見矢倉が建っている)
263 鮎川湖西方 (藤岡市金井)	鮎川湖西方で日野小学校手前の空き地(つちと火の里の看板あり)
264 八塩温泉 (藤岡市浄法寺)	八塩温泉近くの道路沿い(弁天山、桜山ハイキングコースの看板あり)
265 神流湖畔(藤岡市保美濃山)	神流湖畔で保美濃山と挟まれた道路沿い(湖が見える)
266 高崎原研 (高崎市綿貫町)	高崎原研の北の住宅地そばの空き地
 1) 266試料中17試料は群馬県の近県(埼玉県、栃木県、長野県)の群馬県に近い地域から採取
	14-14 MALING SCHUG CONTRACT COMMANDER

付録	2-1 本研究で採取して計測した土壌試料の放						
No.	試料採取地点	也点 Sub 土壌試料 位置測定 (GPS)		宦 (GPS)	放射線強度(µSv/h)		
		No.	採取日	緯度	経度	地上1m	地上5cm
1	根本山登山道(登山銅入り口から500m)	1	2012年11月25日	36° 32'14″	139° 26' 28″	0.17	0.20
2	清流の里若宮	2	2012年11月25日	36° 31'39″	139° 26' 10″	0.28	0.45
3	梅田北小学校跡	3	2012年11月25日	36° 30'44″	139° 24' 60″	0.17	0.20
4	太田市笠懸幼稚園駐車場そば	1	2012年12月24日	36°23'20″	139° 16' 49″	0.08	0.10
5	横尾 (中之条町横)	2	2012年12月25日	36° 35' 43″	138° 51' 45″	0.10	0.12
6	オドケ山北西方 (藤岡市上日野)	3	2012年12月27日	36° 09' 57''	138° 52' 40″	0.18	0.18
7		4	0010/10/2070	0.0° 0.0' 0.4"	1000 40' 00"	0.01	0.01

5ZB-1201-45

		NO.	1木収口	释戊	一一一一把反	편그대	JE L OCH
1	根本山登山道(登山銅入り口から500m)	1	2012年11月25日	36° 32'14″	139° 26' 28″	0.17	0.20
2	清流の里若宮	2	2012年11月25日	36° 31'39″	139° 26' 10″	0.28	0.45
3	梅田北小学校跡	3	2012年11月25日	36° 30' 44″	139° 24' 60″	0.17	0.20
4	太田市笠懸幼稚園駐車場そば	1	2012年12月24日	36°23'20″	139° 16' 49″	0.08	0.10
5	横尾 (中之条町横)	2	2012年12月25日	36° 35'43″	138° 51' 45″	0.10	0.12
6	オドケ山北西方 (藤岡市上日野)	3	2012年12月27日	36°09'57″	138° 52'40″	0.18	0.18
7	塩ノ沢温泉(上野村楢原)	4	2012年12月27日	36°06'34″	138° 43' 06″	0.21	0.21
8	榛名山、掃部ケ岳	1	2013年9月20日	36°28'38″	138° 51'05″	0.20	0.34
9	榛名山、相馬山	2	2013年9月20日	36°28'28″	138° 54' 03″	0.07	0.09
10	土合駅近く(みなかみ町湯檜曽)	3	2013年10月7日	36° 50'06″	138° 57' 58″	0.20	0.30
11	法師温泉(500m南) (みなかみ町永井)	4	2013年9月27日	36° 44' 22''	138° 49' 50″	0.12	0.13
12	赤谷湖(みなかみ町猿ヶ京)	5	2013年9月27日	36° 43' 47″	138° 53' 32″	0.13	0.18
13	川場スキー場第2駐車場(川場村川場湯原)	6	2013年10月9日	36° 45' 53″	139°06'21"	0.16	0.27
14	白石山東方(神流町塩沢)	7	2013年11月2日	36°08'02″	138° 52'09″	0.08	0.12
15	吉岡町上野田	8	2013年10月31日	36° 27'12″	138° 59' 18″	0.06	0.10
16	霧積温泉(安中市松井田町坂本)	9	2013年9月26日	36° 24'00″	138° 40' 27″	0.14	0.15
17	羽生市西公園	1	2012年12月1日	36° 10' 52″	139° 31' 20″	0.06	0.08
18	_羽生市(栗原眼科病院ちかくの交差点)	2	2012年12月2日	36°09'37″	139° 31' 47″	0.08	0.08
19	行田市荒木(愛宕神社)	3	2012年12月2日	36° 10'12″	139° 29' 09″	0.08	0.09
20	_ 行田市さきたま(古墳群の北側)	4	2012年12月2日	36° 07'54″	139° 28' 54″	0.08	0.09
21	_ 行田市皿尾(星宮小学校近く)	5	2012年12月2日	36°08'48″	139° 26' 32″	0.10	0.11
22	北川原小学校裏	6	2012年12月2日	36° 11'34″	139° 26' 14″	0.08	0.10
23	_熊谷市万吉御正新田(セブンイレブン近く)	7	2012年12月2日	36°07'20″	139° 21' 43″	0.07	0.09
24	熊谷市上奈良(奈良中学校近く)	8	2012年12月2日	36°10'58″	139°22'11″	0.09	0.10
25	_熊谷市いこいの広場横の県有地	1	2012年12月23日	36° 08'41″	139° 23' 13″	0.10	0.12
26	熊谷市妻沼(日清シスコ東)	2	2012年12月23日	36° 13'18″	139° 23' 33″	0.08	0.10
27	_ 佐野市城山公園	1	2013年5月25日	36° 19'13″	138° 34' 46″	0.08	0.10
28	佐野市葛生(村樫石灰横の空き地)	2	2013年5月25日	36° 24'31″	138° 36' 53″	0.06	0.08
29	佐野市 氷室小学校そばの河川敷	3	2013年5月25日	36°28'25″	138° 33' 06″	0.08	0.09
30	佐野市 多田町 (セーブオンの駐車場の奥)	4	2013年5月25日	36°22'38″	138° 35' 29″	0.08	0.09
31	埼玉県春日部市八丁目小鳩幼稚園空き地	1	2014年1月25日	35° 59'13″	139° 45' 23″	0.06	0.09
32	埼玉県飯能市笠縫	2	2014年2月2日	35° 50'38″	139° 19' 57″	0.06	0.08

付録 2-	2 本研究で採取して計測した土壌試料の放射能量及					
No.	試料採取地点	土壤試料	土壌の)放射能量(Bq/kg)	Cs-134
		計測月日	Cs-134	Cs-137	合量	Cs-137
1	根本山登山道(登山銅入り口から500m)	2013年3月7日	460	890	1350	0. 52
2	清流の里若宮	2013年3月8日	2130	4080	6210	0. 52
3	梅田北小学校跡	2013年3月8日	260	500	760	0. 52
4	太田市笠懸幼稚園駐車場そば	2013年3月9日	56	120	180	0.47
5	横尾(中之条町横)	2013年3月8日	230	440	670	0. 52
6	オドケ山北西方(藤岡市上日野)	2013年3月8日	430	850	1280	0.51
7	塩ノ沢温泉(上野村楢原)	2013年3月9日	410	790	1200	0. 52
8	榛名山、掃部ケ岳	2014年1月14日	1530	3880	5410	0.39
9	榛名山、相馬山	2014年1月15日	100	280	380	0.36
10	土合駅近く(みなかみ町湯檜曽)	2014年1月22日	2950	7510	10460	0.39
11	法師温泉(500m南)(みなかみ町永井)	2014年1月23日	250	630	880	0.40
12	赤谷湖(みなかみ町猿ヶ京)	2014年1月27日	280	730	1010	0.38
13	川場スキー場第2駐車場(川場村川場湯原)	2014年1月24日	35	91	130	0.38
14	白石山東方(神流町塩沢)	2014年1月28日	28	74	100	0.38
15	吉岡町上野田	2014年1月31日	360	950	1310	0.38
16	霧積温泉 (安中市松井田町坂本)	2014年3月18日	350	1040	1390	0.34
17	羽生市西公園	2013年2月9日	17	41	58	0.41
18	羽生市(栗原眼科病院ちかくの交差点)	2013年2月9日	15	29	44	0.53
19	行田市荒木(愛宕神社)	2013年2月21日	140	260	400	0.54
20	行田市さきたま(古墳群の北側)	2013年2月20日	68	130	200	0. 52
21	行田市皿尾(星宮小学校近く)	2013年2月22日	200	360	560	0.56
22	北川原小学校裏	2013年2月28日	190	360	550	0.53
23	熊谷市万吉御正新田(セブンイレブン近く)	2013年3月1日	13	21	34	0.6
24	熊谷市上奈良(奈良中学校近く)	2013年3月1日	19	44	63	0.43
25	熊谷市いこいの広場横の県有地	2013年2月8日	93	160	250	0.58
26	熊谷市妻沼(日清シスコ東)	2013年3月7日	99	170	270	0.58
27	佐野市城山公園	2013年6月7日	48	100	150	0.48
28	佐野市葛生(村樫石灰横の空き地)	2013年6月7日	250	540	790	0.46
29	佐野市 氷室小学校そばの河川敷	2013年6月7日	82	180	260	0.40
30	佐野市 多田町 (セーブオンの駐車場の奥)	2013年6月8日	191	380	570	0.50
31	埼玉県春日部市八丁目小鳩幼稚園空き地	2014年3月18日	75	200	280	0.38
32	埼玉県飯能市笠縫	2014年3月18日	10	23	33	0.43

付録:	2-3 本研究で採取して計測した土壌試料の放射	能量及び空間線量				
No.	試料採取地点	土壤試料	土壌0	D放射能量	(Bq/kg)	Cs-134
		計測月日	Cs-134	Cs-137	合量	Cs-137
1	根本山登山道(登山銅入り口から500m)	2011年8月10日	1520	1720	3240	0.88
2	清流の里若宮	2011年8月10日	6860	7920	14780	0.87
3	梅田北小学校跡	2011年7月12日	750	840	1590	0.89
4	太田市笠懸幼稚園駐車場そば	2011年7月27日	57	65	122	0.88
5	横尾(中之条町横)	2011年10月22日	320	380	700	0.84
6	オドケ山北西方(藤岡市上日野)	2011年11月9日	290	350	640	0.83
7	塩ノ沢温泉(上野村楢原)	2011年11月5日	770	1010	1780	0.76
8	榛名山、掃部ケ岳	2011年5月24日	5490	6040	11530	0.91
9	榛名山、相馬山	2011年5月24日	5240	5630	10870	0.93
10	土合駅近く (みなかみ町湯檜曽)	2011年10月15日	670	820	1490	0.82
11	法師温泉(500m南) (みなかみ町永井)	2011年10月19日	310	380	690	0.82
12	赤谷湖(みなかみ町猿ヶ京)	2011年10月20日	1210	1500	2710	0.81
13	川場スキー場第2駐車場(川場村川場湯原)	2011年10月2日	2010	2450	4460	0.82
14	白石山東方(神流町塩沢)	2011年11月6日	140	170	310	0.82
15	吉岡町上野田	2011年9月6日	890	1040	1930	0.86
16	霧積温泉(安中市松井田町坂本)	2011年11月3日	330	410	740	0.80
17	羽生市西公園	2011年8月28日	510	580	1090	0.88

(2) 湖沼および河川生態系における放射性セシウムの動態解析

群馬県水産試験場 鈴木究真・田中英樹・泉庄太郎・松岡栄一・久下敏宏

平成24(開始年度)~25年度累計予算額:7,814千円(うち、平成25年度予算額:4,000千円) 予算額は、間接経費を含む。

<研究協力者> 小野関由美(群馬県水産試験場)、長尾誠也(金沢大学環日本海域環境研究セン ター低レベル放射能実験施設)、岡田往子(東京都市大学工学部原子力研究所)

[要旨]

赤城大沼、および対照湖沼(赤谷湖、梅田湖および草木湖)について、魚類(主にワカサギ) のサンプリングおよびその放射性セシウム濃度分析を行った。赤城大沼に生息するワカサギの放 射性セシウム濃度は、2011年8月から2012年9月までは急激な減少傾向を示したが、2012年10月以 降は漸減傾向を示した。また、赤城大沼の全循環期である10~11月にワカサギの放射性セシウム 濃度が上昇することが明らかとなった。一方、対照湖沼におけるワカサギの放射性セシウム濃度 は低濃度であった。湖心部における水深別の放射性セシウム(Cs-137)濃度は、溶存態放射性セシ ウムが下層に向かって上昇していた。特に、全循環が始まる10月の底層の溶存態放射性セシウム 濃度は非常に高かった。これらの、測定データから赤城大沼に生息する魚類の放射性セシウム (Cs-137)濃縮係数{(生体中の放射性濃度)/(水中の放射性核種濃度)} を算出した ところ、ワカサギの濃縮係数は約700-1850程度と算定され、チェルノブイリ原発事故の調 査結果と同様であった。

飼育試験によりワカサギにおける放射性セシウムの実効半減期について算定したところ、約180 日であった。次に、赤城大沼の底質に存在する放射性セシウムがワカサギに移行するかを明らか にするために飼育試験を行ったところ、底質の放射性セシウムがワカサギへ直接的に移行してい る可能性は低いことが明らかとなった。

[キーワード]

放射性セシウム、ワカサギ、湖水、全循環、実効半減期

1. はじめに

群馬県では、北西部の山間部を中心に、福島原発事故による放射性セシウム汚染が広がってい る。特に赤城大沼ではワカサギなどの魚類に暫定基準値(500 Bq/kg)以上の放射性セシウムの汚 染が観測されている。しかし、同程度の放射性セシウムの降下があったと考えられる他の湖沼と 比較してみても、この赤城大沼の魚類の放射性セシウム汚染は特異的と考えられ、その原因は必 ずしも明確でない。そのため、今後の放射性セシウムの動態評価を含めてその原因を研究する必 要がある。さらに赤城山は群馬県の象徴として観光などへの影響が大きいため、行政的な対応が 必要とされている。そのため、群馬県内の放射性セシウム汚染の実態を明らかにするとともに、 湖沼および河川生態系における放射性セシウムの動態解析をし、その汚染機構を明らかにする必 要がある。

2. 研究開発目的

他のサブグループと協力して、赤城大沼、および対照となる水系(赤谷湖、梅田湖、草木湖等) について、主として水生生物、特に魚類のサンプリングおよびその放射性セシウム濃度分析を行 う。また、赤城大沼と対照湖沼の湖水中の放射性セシウム濃度の分析も行う。これらの測定結果 から魚類を含む水生生物中の放射性セシウムの濃縮係数の算定を試みる。また、室内試験等によ りワカサギにおける放射性セシウムの実効半減期を明らかにする。さらに、赤城大沼底質を用い た飼育試験により、底質がワカサギに与える影響について明らかにする。

3. 研究開発方法

(1) 赤城大沼および対照湖沼に生息する水生生物のサンプリングと前処理方法

赤城大沼(図(2)-1、表(2)-1)に生息する魚類についてはワカサギ、ウグイ、オイカワ、ヨシノ ボリ、モツゴ、シマドジョウおよびイワナ、魚類以外の水生生物についてはセストン(主にプラ ンクトン)とコカナダモを定期的にサンプリングした。



図(2)-1 赤城大沼、赤谷湖、草木湖および梅田湖の位置と赤城大沼の調査地点

地点名	緯度	経度
赤城大沼		
湖心	36°33'25.1"	139°10'72.3"
覚満川	36°32'89.2"	139°11'08.4"
湧水	36°32'94.1"	139°10'81.1"
コカナダモ1	36°33'26.3"	139°10'30.7"
コカナダモ2	36°33'12.3"	139°10'67.8"
コカナダモ3	36°32'89.6"	139°10'87.8"
赤谷湖	36°43'01.6"	138°53'44.4"
梅田湖	36°28'69.1"	139°24'77.3"
草木湖	36°33'29.5"	139°22'69.1"
奥利根湖	36°55''35.4''	139°03'47.8"
碓氷湖	36°21'24.8"	138°42'38.7"
荒船湖	36°13'79.8"	138°40'58.9"
丹生湖	36°15'71.9"	138°49'80.7"
近藤沼	36°13'59.7"	139°29'86.0"
榛名湖	36°28'46.7"	138°52'06.6"

表(2)-1 調査場所の緯度と経度

ワカサギ、ウグイ、オイカワおよびモツゴについては、釣りもしくは手網で検体を採捕した。イ ワナ、ヨシノボリおよびシマドジョウは電撃捕獲機を使用して検体を採捕した。ヨシノボリとシ マドジョウは湖岸に生息する個体を、イワナは秋季に産卵のために覚満川を遡上する個体をそれ ぞれ採捕した。さらに、2012年1月29日、10月13-14日、2013年1月4日、2月18日、3月13日、11月11 日および2014年1月4日に釣獲されたワカサギについては、サイズ別に放射性セシウム濃度測定し、 2012年1月29日、10月13-14日、2013年1月4日および2014年1月4日に釣獲されたワカサギについては 耳石による年齢査定も行った。

環境省および文部科学省の調査で底質の放射性セシウム濃度および空間線量の高い赤谷湖、草 木湖および梅田湖を対照湖沼として2013年と2014年にワカサギを釣獲した(図(2)-1、表(2)-1)。 また、補完的な調査として、県内の6湖沼(奥利根湖、榛名湖、碓氷湖、荒船湖、丹生湖、近藤沼) で2012年にワカサギを釣獲した(表(2)-1)。

30 g以上のイワナは個体別に放射性セシウム濃度を測定した。30 g未満のイワナおよびその他の 魚種については、検体をプールした上で測定した。60 g未満のイワナとその他の魚類については、 魚体全体(ラウンド)を包丁もしくはフードプロセッサーで細切して測定試料とした。50 g以上の イワナについては、頭部を除去したものを測定試料として、同様に処理した。なお、50 g以上のイ ワナの1部の検体については、部位別に処理を行った。 セストンについては、北原式表面プランクトンネット(NXX13:目合い100µm・口径30 cm、 NXX7:目合い200µm・口径40 cm)を用いて、水深約1 mもしくは6 m付近を水平曳きすることで採 集した。採集後のセストンは、4000 rpm で15分間の遠心分離を行い、上清を廃棄する作業を2回繰 り返し、沈殿物を測定試料とした。なお、プランクトン組成については、プランクトン計数盤を 用いて種同定と計数を行った。

コカナダモはフック付きアンカーを用いて同じ場所で採集したが(表(2)-1:地点名=コカナダモ 1)、2012年10月22日のみ2ヶ所を追加して採集した(表(2)-1:地点名=コカナダモ2と3)。コカナ ダモは水道水で洗浄後に包丁もしくはフードプロセッサーで細切して測定試料とした。

(2) 湖水のサンプリングと前処理方法

2012年6月、8月、10月、12月、2013年2月、4月、6月、8月、10月、12月に赤城大沼・湖心部の 表層(水深0m)、中層(水深8m)および底層(水深15m)で採水した(図(2)-1)。2011年11月、 12月、2012年2月、9月、11月、2013年3月、5月、7月、9月、11月には湖心部の表層で採水した。 また、流入河川の覚満川の河川水および湖畔の湧水については適時採水を行った。採水後は0.45µm のカートリッジフィルターで濾過した溶存態放射性セシウム濃度および無濾過の全放射性セシウ ム(溶存態放射性セシウム+粒子態放射性セシウム)濃度分析を行った。なお、粒子態放射性セ シウム濃度は、全放射性セシウム濃度から溶存態放射性セシウム濃度を引いて求めた。

対照湖沼の赤谷湖、草木湖および梅田湖についても湖水をサンプリングし、溶存態放射性セシ ウムと全放射性セシウム分析を行った。

湖水中の前処理には高感度分析法であるリンモリブデン酸アンモニウム(AMP)による共沈分離法を用いた。つまり、湖水15~20Lに対して濃硝酸を加え、pHを1~1.6に調整し、担体として塩化セシウムを加え20分間攪拌したのち、AMPを加えてさらに1時間攪拌した。静置後にデカンテーションで上澄み液の除去を行い、吸引濾過でAMPを回収し、乾燥させて測定用試料とした¹⁻³⁾。

(3) 赤城大沼における魚類の濃縮係数の算出

赤城大沼における魚類と湖水の放射性セシウム濃度を用いて、放射性セシウム(Cs-137)濃縮係数 {(生体中の放射性濃度)/(水中の放射性核種濃度)} を算出した。

(4) ワカサギにおける魚体内からの放射性セシウムの減衰試験(実効半減期の推定試験)

ワカサギ魚体内からの放射性セシウム (Cs-137) 減衰過程を測定するために、赤城大沼で釣獲し たワカサギを群馬県水産試験場へ2011年11月27日と2012年9月1日の2回搬入し、放射性セシウム汚 染のない餌(冷凍コペポーダ)と井戸水を用いて飼育試験を行った。1回目の試験(実験1)は2011 年12月5日から開始し、30日間隔で210日後まで8回のサンプリングを行った。2回目の試験(実験2) は2012年9月26日から開始し、30日間隔で120日後まで5回のサンプリングを行った。ワカサギは春 季から夏季に動物プランクトンを積極的に摂餌し、急激に成長するが、秋季から冬季には成長が あまり顕著ではなく、徐々に肥満度が減少する。そこで、1回目の試験は、冬季のワカサギの生育 環境を想定し、ワカサギがほとんど成長しない給餌条件(制限給餌)で飼育した。2回目の試験は、 春季から夏季のワカサギの生育環境を想定し、ワカサギの成長が見られる給餌条件(飽食給餌) で飼育した。なお、試算には物理学的半減期が長く、試験期間中の物理学的減衰がほとんどない Cs-137を使用した。

(5) ワカサギの飼育実験による底質の影響評価

昨年度のサブグループ3の研究結果から赤城大沼底質には高濃度の放射性セシウムが存在し、そ

れらが何らかの原因により攪乱されて湖水中に再懸濁することが明らかとなっている。そこで、 底質がワカサキの放射性セシウム蓄積に与える影響を明らかにするためにサブグループ3と協力 して以下の飼育実験を行った。供試魚は放射性セシウム汚染が軽微な群馬県藤岡市にあるワカサ ギ管理釣り場の鮎川湖で釣獲されたワカサギを群馬県水産試験場の5 t水槽に2013年10月21日に搬 入した。搬入後は、放射性セシウム汚染のない餌(冷凍コペポーダ)と井戸水を用いて畜養を行 った。飼育試験開始前に5t水槽からワカサギをサンプルリングし、放射性セシウム濃度測定用試 料とした。飼育試験は500LのFRP水槽に470Lの0.8%塩水を作成し、赤城大沼の底質を添加した区 (底質区)と底質を添加しない区(コントロール区)を設け、各々の試験区にワカサギを投入し た。試験は止水とし、水中ポンプで4時間毎に10分間攪乱を発生させた。水温はヒータを用いて約 15℃とした。1回目の試験は185 Bq/kg(Cs-137)の赤城大沼底質を1.5 kg添加して2013年11月19日から 12月4日の15日間行い、試験期間中は毎日1gの冷凍コペポーダを与えた。試験終了直後の12月4日 に各試験区からワカサギをサンプリングし、放射性セシウム濃度測定用試料とした。その後、胃 内容物の影響を無くすために、各試験区のワカサギを上記と同量の清浄な0.8%塩水に移し、5日後 の12月9日にサンプリングし、放射性セシウム濃度測定用試料とした(実験1)。2回目の試験は185 Bq/kg(Cs-137)の赤城大沼底質を4.5 kg添加して2014年1月7日から1月22日の15日間行い、試験期間 中は毎日2gの冷凍コペポーダを与えた。1回目に試験と同様に試験終了直後の1月22日と5日後の1 月27日にワカサギをサンプリングし、放射性セシウム濃度測定用試料とした(実験2)。なお、底 質の影響評価には物理学的半減期が長く、試験期間中の物理学的減衰がほとんどないCs-137を使用 した。

(6) 放射性セシウム濃度の分析方法

前処理後の測定試料は定容し、ゲルマニウム半導体検出器によるガンマ線スペクトロメトリー により放射性セシウム濃度の測定を行った。また、魚類、セストンおよびコカナダモについては、 湿重量ベースで放射性セシウム濃度(Cs-134、Cs-137)を示した。

4. 結果及び考察

(1)赤城大沼および対照湖沼に生息する水生生物の放射性セシウム濃度測定

赤城大沼におけるワカサギの放射性セシウム濃度測定結果と推移を表(2)-2と図(2)-2に示す。赤 城大沼に生息するワカサギの放射性セシウム濃度は、2011年8月から2012年9月までは急激な減少 傾向を示した。一方、2012年10月以降は漸減傾向を示している。

次に春季と夏季のワカサギの放射性セシウム濃度の推移を表(2)-3に示す。ワカサギの放射性セシウム濃度は春季から夏季にかけて急激に減少していることが明らかとなった。

湖の全循環期(10~11月)を含む2012年9月~2013年1月と2013年9月~2014年1月の赤城大沼に おけるワカサギの放射性セシウム濃度を図(2)-3と図(2)-4に示す。ワカサギの放射性セシウム濃度 は2012年9月17日に158 Bq/kgまで減少したが、その後は増加傾向を示し、2012年11月25日に222 Bq/kgとなった。同様に2013年9月30日に68 Bq/kgまで減少したが、その後は増加傾向を示し、2013 年11月11日に148 Bq/kgとなった。つまり、湖の全循環期である10~11月にワカサギの放射性セシ ウム濃度が上昇することが明らかとなった。

福島第一原発事故後約3年が経過したにもかかわらず、ワカサギからは基準値(100 Bq/kg)前後の放射性セシウムが検出されている。また、2012年10月以降のワカサギの放射性セシウム濃度は

漸減傾向であり、全循環期には放射性セシウム濃度の上昇が確認されることから、今後も長期的 なモニタリング調査が重要である。

坂 埔口	尼粉	平均体重	胆滞度	(Bq/kg)						
1本1用口	尼奴	(g)	几1间/文		Cs-134			Cs-137	,	合計
2011/8/22-23	401	5.2	11.6	291.5	±	5.5	339.6	±	5.5	631.1
2011/9/9	97	4.6	11.6	306.8	±	21.0	343.2	±	19.9	650.0
2011/10/28	30	5.4	11.0	255.2	±	12.8	339.8	±	12.9	595.0
2011/11/27	30	6.9	10.5	249.0	±	8.9	312.2	±	8.8	561.2
2011/11/27	30	6.3	10.5	224.3	±	8.2	288.9	±	8.4	513.2
2011/12/12	30	6.2	10.6	217.0	±	8.3	297.4	±	8.6	514.4
2012/1/6	30	6.9	9.6	275.8	±	9.1	321.3	±	8.9	597.2
2012/1/29	30	5.4	9.8	190.0	±	7.3	273.3	±	7.8	463.3
2012/1/29	30	5.5	9.5	199.7	±	7.7	274.6	±	8.1	474.3
2012/2/13	30	5.6	9.8	194.1	±	7.5	281.3	±	8.2	475.4
2012/2/26	30	5.7	9.8	193.5	±	7.6	265.8	±	8.0	459.3
2012/2/26	30	5.5	9.4	198.2	±	7.6	282.1	±	8.1	480.3
2012/3/28	30	5.1	9.4	172.2	±	7.2	252.4	±	7.6	424.6
2012/5/2	30	4.8	8.5	173.5	±	2.3	250.2	±	2.2	423.7
2012/6/4	21	3.5	7.1	133.7	±	2.1	193.9	±	2.0	327.6
2012/6/6	38	4.1	7.8	131.0	±	1.9	198.0	±	1.9	329.0
2012/7/23	28	6.2	10.3	97.4	±	1.7	159.3	±	1.7	256.7
2012/8/20	30	7.5	11.6	88.4	±	1.5	144.3	±	1.7	232.6
2012/8/20	30	7.2	11.3	94.2	±	1.5	149.6	±	1.6	243.7
2012/8/20	30	6.7	10.9	89.0	±	1.4	143.0	±	1.5	232.0
2012/9/17	30	6.7	11.5	59.4	±	1.5	98.5	±	1.3	158.0
2012/10/27	30	7.9	11.2	66.7	±	4.1	115.6	±	4.6	182.3
2012/10/27	30	7.4	11.2	65.3	±	4.6	105.7	±	4.9	171.0
2012/10/27	30	7.4	11.4	71.0	±	4.9	120.1	±	5.4	191.1
2012/11/7	30	6.0	10.3	73.2	±	1.7	118.9	±	1.5	192.1
2012/11/18	55	5.8	10.3	62.7	±	1.6	108.0	±	1.5	170.7
2012/11/25	30	6.7	10.8	82.3	±	5.0	133.4	±	5.6	215.7
2012/11/25	30	6.7	11.0	71.0	±	4.4	137.2	±	5.3	208.2
2012/11/25	30	7.1	10.6	78.2	±	4.9	143.8	±	5.7	222.0
2012/12/10-12	28	5.4	9.3	71.4	±	4.3	127.3	±	4.9	198.7
2013/1/4	50	5.2	9.5	65.9	±	1.3	117.0	±	1.4	182.9
2013/1/28	60	4.5	9.6	57.8	±	1.3	104.4	±	1.4	162.2
2013/2/8	30	5.0	9.8	63.1	±	1.1	116.7	±	1.2	179.8
2013/3/12	30	5.0	10.1	67.1	±	1.2	121.7	±	1.3	188.8
2013/3/12	30	5.2	10.5	62.8	±	1.3	120.6	±	1.5	183.4
2013/3/13	30	4.5	10.1	67.2	±	1.3	126.7	±	1.5	193.9
2013/3/13	30	4.5	10.1	61.8	±	1.3	116.0	±	1.5	177.8
2013/3/21	30	4.5	9.8	55.5	±	2.6	109.3	±	3.0	164.8
2013/3/21	30	4.4	9.8	61.4	±	2.7	117.4	±	3.1	178.8
2013/4/17	30	6.0	8.4	59.6	±	1.3	119.3	±	1.5	178.9
2013/4/17	30	5.8	8.4	64.3	- ±	2.7	129.2	±	3.2	193.5
2013/4/26	20	5.3	8.3	61.2	+	1.3	124.9	+	1.5	186.1
2013/5/15	30	5.1	8.0	54.8	+	2.4	98.3	+	2.8	153.1
2013/6/11	45	1.8	9.0	42.8	+	1.1	89.2	+	1.3	131.9
2013/6/13	12	6.0	7.9	67.5	+	1.2	135.7	+	1.4	203.2
2013/7/18-19	23	4.8	10.0	40.6	_ ±	1.0	87.9	±	1.2	128.5

表(2)-2 赤城大沼におけるワカサギの放射性セシウム濃度の推移

採捕日	日米	平均体重	丽洲中		(Bq/kg)						
採拥口	尾剱	(g)	肥両度		Cs-134			Cs-137		合計	
2013/8/19	60	6.9	10.2	39.8	±	1.1	91.8	±	1.3	131.6	
2013/9/1	30	6.5	11.3	34.7	±	0.8	76.1	±	0.9	110.7	
2013/9/1	30	6.5	11.5	34.4	±	0.8	76.5	±	0.9	110.9	
2013/9/14	30	6.2	11.4	30.3	±	1.0	67.9	±	1.2	98.2	
2013/9/17	90	5.8	11.2	35.3	±	1.4	73.1	±	1.7	108.5	
2013/9/23	40	5.7	11.1	36.8	\pm	1.0	79.6	±	1.2	116.4	
2013/9/23	110	4.8	11.4	31.2	±	1.4	68.4	±	1.8	99.6	
2013/9/23	30	4.9	11.5	34.1	\pm	0.8	76.3	±	1.1	110.3	
2013/9/30	40	6.3	11.5	23.4	\pm	0.8	54.1	±	1.0	77.5	
2013/9/30	100	4.9	12.0	21.4	±	1.1	47.5	±	1.4	68.9	
2013/9/30	90	5.7	11.6	21.4	±	1.1	46.4	±	1.4	67.8	
2013/10/7	185	5.4	10.5	33.8	±	1.6	77.0	±	2.2	110.8	
2013/10/7	30	4.5	10.6	31.1	±	1.0	71.5	±	1.2	102.6	
2013/10/14	50	5.7	11.0	30.0	±	0.9	70.6	±	1.1	100.7	
2013/10/14	92	5.5	10.9	33.9	±	1.3	73.4	±	1.7	107.3	
2013/10/14	30	5.8	10.9	33.2	±	0.9	76.0	±	1.2	109.2	
2013/10/21	50	7.3	10.7	26.2	±	0.8	62.3	±	1.0	88.4	
2013/10/21	80	6.1	11.4	28.4	±	1.3	62.1	±	1.7	90.5	
2013/10/21	80	6.4	11.2	27.7	±	1.3	60.1	±	1.7	87.8	
2013/10/28	90	5.2	11.0	33.9	±	1.3	81.2	±	1.8	115.1	
2013/10/28	90	5.7	11.1	33.6	±	1.4	76.3	±	1.9	109.9	
2013/10/28	90	5.7	10.7	33.7	\pm	1.3	81.3	±	1.8	115.0	
2013/11/4	49	6.1	10.7	35.2	±	0.8	82.7	±	1.0	117.9	
2013/11/4	82	6.3	11.0	31.9	±	1.3	73.9	±	1.7	105.7	
2013/11/4	84	5.8	11.3	31.5	\pm	1.4	69.8	±	1.8	101.3	
2013/11/11	50	7.4	10.2	44.1	±	1.1	103.4	±	1.3	147.5	
2013/11/11	80	6.6	10.4	34.8	±	1.5	84.5	±	1.9	119.4	
2013/11/18	50	7.0	9.8	34.9	±	1.0	86.1	±	1.3	121.0	
2013/11/18	80	6.8	10.1	36.7	±	1.4	83.6	±	1.4	120.3	
2013/11/25	70	7.0	10.3	32.6	±	1.3	80.7	±	1.8	113.3	
2013/11/25	70	6.9	10.7	32.0	±	1.3	72.5	±	1.7	104.4	
2013/11/25	50	7.2	10.9	36.8	±	0.9	84.2	±	1.1	121.0	
2013/12/9	32	5.7	9.5	38.8	±	1.0	88.8	±	1.2	127.6	
2014/1/4	50	6.5	10.0	28.7	±	0.9	73.2	±	1.1	101.9	
2014/1/4	80	6.4	9.9	31.1	±	1.3	72.9	±	1.8	104.0	
2014/1/4	80	6.4	9.9	29.8	±	1.2	72.2	±	1.7	101.9	
2014/1/13	50	4.6	10.8	25.8	±	0.9	67.2	±	1.1	92.9	
2014/1/13	100	5.2	10.9	28.8	±	1.3	65.3	±	1.7	94.0	
2014/1/13	100	4.5	11.0	26.3	±	1.2	64.1	±	1.7	90.4	
2014/1/15	100	5.5	10.1	28.7	±	1.2	70.3	±	1.7	99.0	
2014/1/20	50	5.7	10.2	29.1	±	0.9	70.3	±	1.1	99.4	
2014/1/20	100	5.2	10.1	28.9	±	1.3	68.4	±	1.8	97.3	
2014/1/20	100	5.1	10.1	25.0	±	1.2	64.6	±	1.6	89.6	
2014/1/27	68	4.7	9.7	29.0	±	0.9	69.8	±	1.1	98.8	
2014/1/27	120	4.2	9.6	28.7	±	1.2	65.4	±	1.6	94.2	
2014/1/27	120	4.8	9.7	28.9	±	1.2	68.0	±	1.7	96.9	

表(2)-2 赤城大沼におけるワカサギの放射性セシウム濃度の推移(続き)



図(2)-2 赤城大沼におけるワカサギの放射性セシウム濃度の推移



図(2)-3 赤城大沼の2012年全循環期におけるワカサギの放射性セシウム濃度



図(2)-4 赤城大沼の2013年全循環期におけるワカサギの放射性セシウム濃度

	春季(4月)	夏季(9月)
西暦	ワカサギ放射性Cs濃度	ワカサギ放射性Cs濃度
	(Bq/kg)	(Bq/kg)
2012年	425	176
2013年	184	93

表(2)-3 春季と夏季のワカサギの放射性セシウム濃度

表(2)-4 ワカサギ年齢別の放射性セシウム(Cs-137)濃度

採補日	原発事故	Cs-137 (Bq/kg)					
	後年数	0才魚	1才魚	2才魚			
2012/1/29	1	250	290	-			
2013/1/4	2	89	121	157			
2014/1/4	3	67	79	131			

ワカサギサイズ別の放射性セシウム濃度と年齢査定を図(2)-5に示す。サイズが大きくなるほど 放射性セシウム蓄積量が増大しており、サイズ依存性が確認された。これらのデータを使用して 2012年、2013年および2014年1月のワカサギ年齢別の放射性セシウム濃度(Cs-137)を表(2)-4に示 す。2012年1月29日の0才魚(2011年5月ふ化)と1才魚(2010年5月ふ化)の放射性セシウム濃度は それぞれ250 Bq/kgと290 Bq/kgであり、約1年後の2013年1月4日には121 Bq/kg(1才魚)と157 Bq/kg (2才魚)と約半減した。しかし、2013年1月4日に0才魚(2011年5月ふ化)と1才魚(2010年5月ふ 化)の放射性セシウム濃度はそれぞれ89 Bq/kgと121 Bq/kgであり、1年後の2014年1月4日には79 Bq/kgと131 Bq/kgとほとんど変化が見られなかった。



別放射性セシウム濃度



図(2)-5 赤城大沼で釣獲されたワカサギの年齢とサイズ別 放射性セシウム濃度(続き)



図(2)-5 赤城大沼で釣獲されたワカサギの年齢とサイズ別 放射性セシウム濃度(続き)

2012年5月~10月と2013年4月~10月に赤城大沼で採捕したウグイ、オイカワ、ヨシノボリ、モ ツゴ、シマドジョウおよびイワナにおける放射性セシウム濃度を表(2)-5~8に示す。

	 角	日粉	平均体重 (g)	丽泽库	(Bq/kg)						
休佣口	思性	甩奴		肛個皮	Cs-134			Cs-137			合計
2012/5/2	ウグイ	13	17.6	15.5	180.4	±	7.1	267.9	±	7.7	448
2012/6/4	ウグイ	5	14.0	14.7	200.7	±	2.6	292.9	±	2.5	494
	オイカワ	11	8.3	13.3	282.8	±	2.8	416.0	±	2.7	699
	ヨシノボリ	33	0.9	19.5	192.2	±	3.4	283.1	±	3.1	475
2012/7/23	ウグイ	4	21.4	15.0	225.9	±	8.9	369.4	±	9.3	595
	オイカワ	15	15.9	17.7	167.0	±	7.0	243.8	±	6.8	411
	ウグイ:20 g以下	4	13.6	14.5	147.4	±	6.8	222.1	±	6.8	369
	ウグイ:20-40 g	5	28.7	15.0	179.8	±	7.2	282.3	±	7.4	462
2012/8/20	ウグイ:60 g以上	2	65.1	17.0	143.3	±	6.4	211.3	±	6.5	355
2012/8/20	オイカワ	13	16.1	14.5	141.2	±	6.4	226.5	±	6.6	368
	ヨシノボリ	104	1.0	18.8	127.4	±	5.9	197.5	±	6.0	325
	シマドジョウ	3	8.5	12.2	167.6	±	3.2	255.8	±	3.0	423
	ウグイ	9	20.2	15.0	157.4	±	6.6	268.3	±	7.2	426
2012/10/11 14	オイカワ:20 g以下	11	12.8	15.0	105.5	±	5.5	165.8	±	5.7	271
2012/10/11-14	オイカワ:20 g以上	6	22.9	15.4	81.8	±	4.9	144.2	±	5.4	226
	モツゴ	30	7.7	18.2	97.7	±	5.3	159.2	±	5.6	257

表(2)-5 2012年の赤城大沼におけるウグイ、オイカワ、ヨシノボリ、モツゴの放射性セシ ウム濃度

表(2)-6 2013年の赤城大沼におけるウグイ、オイカワ、ヨシノボリ、モツゴの放射性セシウム濃度

	在任	日米	平均体重 (g)	丽海库	(Bq/kg)				
採捕口	思性	尾釵		肥個皮	¹³⁴ Cs	¹³⁷ Cs	合計		
2013/4/26	オイカワ	5	16.0	13.3	102.7 ± 1.4	201.1 ± 1.6	303.8		
2013/5/14	ウグイ:20-40 g	10	31.8	15.3	127.4 ± 1.6	252.5 ± 1.9	379.9		
	ウグイ:40-60 g	4	43.2	16.0	82.2 ± 1.5	160.5 ± 1.8	242.7		
	ウグイ:60-100 g	4	80.1	15.2	99.8 ± 1.3	203.6 ± 1.5	303.4		
	ウグイ:10-20 g	6	16.9	14.2	152.4 ± 2.0	306.7 ± 2.4	459.1		
2013/5/15	オイカワ:20 g以下	20	11.5	13.7	99.2 ± 1.6	200.4 ± 1.8	299.6		
	オイカワ:20 g以上	3	22.2	14.4	82.8 ± 1.7	161.8 ± 1.8	244.6		
2013/7/18	オイカワ	12	26.9	16.3	64.1 ± 1.1	130.6 ± 1.3	194.7		
2013/7/18-19	オイカワ	8	11.4	16.3	88.5 ± 1.4	184.5 ± 1.7	273.0		
2013/8/19	ウグイ	2	33.2	14.9	100.1 ± 1.4	221.9 ± 1.7	322.0		
2013/8/21	ヨシノボリ	252	0.8	18.6	53.3 ± 0.9	116.3 ± 1.1	169.6		
2013/8/21	モツゴ	12	5.0	14.6	67.0 ± 1.2	147.7 ± 1.4	214.7		
2013/8/21-22	オイカワ	22	18.9	15.5	51.3 ± 1.1	113.8 ± 1.3	165.1		
2013/9/17	モツゴ	15	6.9	17.5	55.0 ± 1.1	124.2 ± 1.4	179.2		

測定部位	尾数	体重 (g)	肥満度	(Bq/kg)							
					Cs-134			Cs-137		合計	
頭部除去	1	998.3	13.8	325.2	±	19.0	527.9	±	19.9	853.0	
頭部除去	1	581.0	12.2	403.2	±	20.6	653.2	±	21.6	1056.4	
頭部除去	1	727.7	12.9	417.0	±	4.5	700.0	±	4.6	1117.0	
頭部除去	1	601.9	14.0	338.2	±	18.4	566.9	±	19.1	930.7	
頭部除去	1	393.7	15.5	293.0	±	4.9	488.0	±	5.0	781.0	
頭部除去	1	266.6	16.1	256.0	±	4.8	432.0	±	4.8	688.0	
頭部除去	1	618.2	14.5	446.0	±	4.8	724.0	±	4.9	1170.0	
頭部除去	1	636.7	15.5	338.0	±	4.3	566.0	±	4.4	904.0	
頭部除去	1	1157.4	15.3	404.0	±	4.3	666.0	±	4.3	1070.0	
頭部除去	1	585.2	16.0	359.0	±	4.6	607.0	±	4.8	966.0	
頭部除去	1	329.0	16.7	260.0	±	4.9	433.0	±	5.0	693.0	
頭部除去	1	430.3	15.9	330.0	±	4.7	512.0	±	4.7	842.0	
頭部除去	1	1486.7	18.4	329.0	±	3.8	546.0	±	3.9	875.0	
頭部除去	1	1151.5	14.8	329.0	±	4.2	541.0	±	4.3	870.0	
頭部除去	1	563.4	14.2	364.0	±	4.5	600.0	±	4.6	964.0	
頭部除去	1	513.8	15.7	279.9	±	17.1	463.6	±	18.1	743.5	
頭部除去	1	278.1	16.6	330.0	±	6.4	545.0	±	6.5	875.0	
頭部除去	1	274.7	15.5	373.7	±	22.7	613.3	±	23.4	987.0	
頭部除去	1	193.3	16.1	250.0	±	10.7	400.3	±	10.5	650.3	
頭部除去	1	162.8	15.3	300.2	±	12.9	466.4	±	12.3	766.6	
ラウンド	1	57.5	17.0	46.1	±	1.7	88.2	±	1.5	134.3	
ラウンド	1	36.7	17.1	79.2	±	3.8	129.9	±	3.5	209.1	
ラウンド	2	24.8	17.5	56.9	±	1.6	98.0	±	1.5	154.8	
ラウンド	2	15.4	17.7	59.0	±	2.1	93.4	±	1.8	152.3	

表(2)-7 赤城大沼・覚満川で2012/10/18に採捕したイワナの放射性セシウム濃度

)))))) (二) (二) (二) (二) (二) (二) (二) (二)	尾数	体重 (g)	肥満度	(Bq/kg)						
側正部型				Cs-134			Cs-137			合計
頭部除去	1	1916.2	13.6	192.3	±	5.7	437.9	±	7.3	630.1
頭部除去	1	1802.4	14.4	220.3	±	9.9	500.7	±	12.9	721.0
頭部除去	1	1526.8	16.4	149.9	±	7.0	342.5	±	9.1	492.4
頭部除去	1	1170.6	17.9	175.9	±	7.6	400.7	±	9.9	576.6
頭部除去	1	1157.1	16.7	187.6	±	6.9	436.5	±	9.1	624.1
頭部除去	1	1317.9	12.2	209.3	±	4.8	485.2	±	6.3	694.5
頭部除去	1	1026.1	16.4	201.6	±	5.8	460.6	±	7.5	662.2
頭部除去	1	798.6	18.3	147.1	±	8.1	338.7	±	10.7	485.8
頭部除去	1	608.8	21.7	142.1	±	6.8	310.2	±	8.8	452.3
頭部除去	1	556.9	17.2	138.4	±	6.8	311.5	±	8.7	449.9
頭部除去	1	395.7	12.2	99.9	±	5.9	226.9	±	7.6	326.7
頭部除去	1	408.6	15.1	141.3	±	7.4	313.9	±	9.5	455.2
頭部除去	1	434.5	13.8	118.9	±	4.2	272.9	±	5.5	391.8
頭部除去	1	401.5	14.0	112.8	±	4.3	259.0	±	5.5	371.7
ラウンド	1	49.2	17.2	39.4	±	1.3	88.3	±	1.5	127.7
ラウンド	1	37.8	17.2	40.9	±	1.4	95.8	±	1.7	136.6
ラウンド	6	5.8	18.1	25.5	±	1.3	63.2	±	1.5	88.7

表(2)-8 赤城大沼・覚満川で2013/10/18に採捕したイワナの放射性セシウム濃度

全ての魚種がワカサギよりも高い放射性セシウム濃度を示した。次に魚類の食性別(プランクト ン食性(ワカサギ)、雑食性(ウグイ、オイカワ、ヨシノボリ、モツゴおよびシマドジョウ)お よび魚食性(イワナ))に分類して放射性セシウム濃度を求めた(図(2)-6)。なお、食性別の比 較には物理学的半減期が長く、試験期間中の物理学的減衰がほとんどないCs-137を使用した。魚類 の食性別の放射性セシウム濃度には有意差が認められたので(P<0.05:Kruskal Wallis検定)、食性 間についても多重比較を行ったところ有意差が認められ (P<0.05:Steel-Dwassの多重比較)、特に 魚食性のイワナは他魚種よりも高濃度であった。プランクトン食性の小型魚類(ワカサギ)の放 射性セシウムの取り込みは相対的に急速で、最高濃度はフォールアウト後3週間で観察されるが、 栄養段階の高い魚食性魚類の放射性セシウムの取り込みは遅く、最高濃度はフォールアウト後6ヶ 月以降に観察される⁴⁾。また、赤城大沼におけるイワナの個体数は少なく、他に魚食性の競合魚種 がいないことから、十分に魚類を捕食することが可能であると考えられ、イワナの放射性セシウ ム濃度が高濃度になったと考えられた。イワナの部位別の放射性セシウム濃度の結果を表(2)-9と 10に示す。放射性セシウムは筋肉(可食部)に最も蓄積されており、これまでの報告と一致して いた⁵⁾。



図(2)-6 赤城大沼における食性別の魚類の放射性セシウム(Cs-137)濃度
#	测学动传	全長	体長	体重					(Bq/kg)			
#	侧足即位	(cm)	(cm)	(g)	肛個皮	(Cs-13	4	C	Cs-13	7	合計
	筋肉					395.6	±	10.0	643.8	±	10.6	1039.4
	内臓					269.1	±	9.0	399.8	\pm	9.0	668.9
1	皮	48.1	41.7	998.3	13.8	208.4	±	8.2	367.8	\pm	8.8	576.1
	中骨					297.0	±	8.1	478.1	±	8.7	775.1
	跒					148.3	±	6.6	247.1	±	7.1	395.4
	筋肉					457.2	±	10.6	740.4	±	11.3	1197.6
2	内臓	41.0	26.2	591.0	12.2	296.5	±	10.6	475.6	\pm	11.0	772.1
2	皮	41.9	30.2	381.0	12.2	257.3	±	10.4	431.3	\pm	10.7	688.6
	中骨					340.9	±	9.5	550.6	±	10.2	891.5
	筋肉					378.3	±	10.2	659.2	±	11.2	1037.5
4	内臓	10.6	25.0	601.0	14.0	220.5	±	9.4	352.8	\pm	9.7	573.3
4	皮	40.0	55.0	001.9	14.0	281.7	±	7.6	374.7	\pm	6.5	656.4
	中骨					321.9	±	9.3	547.0	±	10.2	868.9
	筋肉					318.9	±	8.9	529.8	±	9.7	848.7
16	内臓	37 /	32.0	512.8	15 7	196.4	±	9.1	317.7	±	9.3	514.1
10	皮	57.4	52.0	515.6	15.7	154.3	±	8.1	261.2	\pm	8.4	415.5
	中骨					247.0	±	8.0	405.6	±	8.7	652.5
	筋肉					431.7	±	10.8	714.8	±	11.6	1146.5
19	内臓	30.6	26.1	2747	15.5	243.0	±	12.3	377.7	±	12.2	620.7
10	皮	50.0	20.1	214.1	15.5	253.3	±	11.3	459.9	±	11.9	713.1
	中骨					356.9	±	10.9	553.9	±	11.0	910.9

表(2)-9 赤城大沼・覚満川で2012/10/18に採捕したイワナ部位別の放射性セシウム濃度

表(2)-10 赤城大沼・覚満川で2013/10/18に採捕したイワナ部位別の放射性セシウム濃度

	测空如传	全長	体長	体重	丽洪庄				(Bq/kg)			
#	側正部位	(cm)	(cm)	(g)	汇		Cs-134	1	(Cs-13′	7	合計
	筋肉					215	±	3.0	499	±	4.1	714
1	内臓	50.5	52.0	1016.0	12.6	156	±	2.1	363	±	2.7	518
1	精巣	59.5	52.0	1916.2	13.6	148	±	3.4	346	±	4.1	494
	その他*					145	±	2.7	324	±	3.6	469
	筋肉					320	±	4.2	720	±	5.6	1040
2	内臓	57.0	50.0	1000 4	14.4	175	±	5.9	408	±	7.6	583
2	卵巣	57.0	50.0	1802.4	14.4	93	±	3.9	213	±	5.2	306
	その他*					186	±	5.5	426	±	7.1	612
	筋肉					195	±	3.3	453	±	4.5	647
2	内臓	52.1	15 2	1576 9	16.4	112	±	2.2	256	±	2.7	367
3	卵巣	32.1	43.5	1320.8	10.4	70	±	3.5	153	±	4.5	222
	その他*					131	±	4.6	285	±	5.9	416
	筋肉					218	±	3.4	507	±	4.5	725
4	内臓	16.2	40.2	1170 6	17.0	124	±	2.3	286	±	2.9	410
4	卵巣	40.2	40.5	11/0.0	17.9	81	±	3.7	192	±	4.9	272
	その他*					145	±	5.1	350	±	6.7	494
	筋肉					240	±	3.5	570	±	4.8	810
5	内臓	167	41.1	1157 1	167	158	±	2.5	366	±	3.1	524
5	卵巣	40.7	41.1	1137.1	10.7	99	±	1.5	231	±	1.9	330
	その他*					152	±	5.2	360	±	6.8	512
										-		

*:中骨・皮・鰭

対照湖沼の赤谷湖、草木湖および梅田湖と補完的な調査の奥利根湖、碓氷湖、荒船湖、丹生湖、 近藤沼および榛名湖のワカサギの放射性セシウム濃度の2012年の結果を表(2)-11に示す。榛名湖を 除いた全ての湖沼おいてワカサギの放射性セシウム濃度は2012年で20 Bq/kg以下であった。一方、 榛名湖のワカサギからは2013年1月に336 Bq/kgの放射性セシウムが検出された。そのため、榛名湖 のワカサギについては定期的なモニタリング調査が必要であると考えられる。次に、2013年の赤 谷湖、草木湖および梅田後におけるワカサギの放射性セシウム濃度の結果を(2)-12に示す。全ての 湖沼で10 Bq/kg以下と低濃度であった。

长书相民	支本口	日粉	平均体重	加速中				(Bq/kg)			
休佣场別	休佣口	尾쮫	(g)	加個皮		¹³⁴ Cs			¹³⁷ Cs		合計
赤谷湖	2012/11/22	74	3.6	9.6	5.0	±	0.7	11.1	±	0.5	16.1
梅田湖	2012/9/3	88	3.7	10.6	4.1	±	0.5	6.1	±	0.5	10.2
梅田湖	2012/9/22	20	5.3	9.9	5.3	±	0.6	6.7	±	0.5	12.0
梅田湖	2012/9/22	50	1.8	10.2	1.7	±	0.4	3.6	±	0.4	5.3
梅田湖	2012/12/5	60	2.4	8.4	4.3	±	0.6	5.7	±	0.5	10.0
草木湖	2012/9/4	89	2.2	11.8	5.1	±	0.5	7.7	±	0.5	12.8
荒船湖	2012/8/26	78	3.7	10.3	1.3	±	0.2	2.1	±	0.2	3.4
碓氷湖	2012/8/28	80	3.2	10.1	1.6	±	0.2	2.1	±	0.2	3.6
奥利根湖	2012/8/22	156	2.4	9.9	4.0	±	0.5	5.8	±	0.4	9.8
近藤沼	2012/10/20	187	1.5	11.4	1.4	±	0.2	2.3	±	0.2	3.7
丹生湖	2012/10/13	300	1.1	9.3	3.1	±	0.4	5.7	±	0.4	8.7
榛名湖	2013/1/24-26	4	12.4	11.5	123.9	±	2.6	218.1	±	2.3	342.0

表(2)-11 2012年の対照湖におけるワカサギ放射性セシウム濃度

表(2)-12 2013年の対照湖におけるワカサギ放射性セシウム濃度

48 元	该本口	日米	平均体重					(Bq/l	kg)		
场別	採捕口	尾쮫	(g)	加個皮	(Cs-13	4	C	Cs-13	37	合計
赤谷湖	2013/9/19	178	2.6	10.5	1.4	±	0.4	3.1	±	0.4	4.4
草木湖	2013/9/20	123	2.7	10.2	1.9	±	0.5	3.7	±	0.4	5.7
梅田湖	2013/9/15	106	2.6	8.8	1.7	±	0.4	4.7	±	0.4	6.4
梅田湖	2013/9/15	167	0.9	9.2	2.2	±	0.3	3.7	±	0.3	3.7
梅田湖	2013/9/15	69	3.3	9.0	1.7	±	0.3	3.6	±	0.4	3.6
梅田湖	2013/9/15	35	5.0	9.5	1.9	±	0.5	3.7	±	0.4	5.6

赤城大沼におけるセストンの放射性セシウム濃度を表(2)-13に示す。湖沼の循環期(5-6月と10-11

月)には、植物プランクトンの珪藻が優占し、高濃度の放射性セシウムが検出された。また、夏 季(8-9月)には植物プランクトンが減少し、動物プランクトンのゾウミジンコ属が優占し、その 時の放射性セシウム濃度は植物プランクトンと比較して低い値であった。セストンの放射性セシ ウム濃度は減少傾向を示しているが、食物連鎖の出発点である植物プランクトンおよびワカサギ の直接の餌となる動物プランクトンで汚染が確認されていることから、生物濃縮によって放射性 セシウムがワカサギに蓄積した可能性が高いと考えられる。

长在日	プランク	主なプランク	水深				Bq/kg			
採集日	トンネット	トンの種類	(m)	(Cs-134		(Cs-137	7	合計
2011/11/18	NXX13	PP	1	119.2	±	2.1	150.5	±	1.8	270
2011/11/28	NXX13	PP	1	87.8	±	1.7	113.1	±	1.4	201
2011/12/12	NXX13	PP	1	137.8	±	1.4	178.9	±	1.2	317
2012/5/8	NXX13	РР	1	65.7	±	2.9	91.4	±	2.7	157
2012/5/17	NXX13	РР	1	92.4	±	5.0	120.4	±	4.7	213
2012/5/22	NXX13	PP	1	70.4	±	3.3	103.5	±	3.0	174
2012/6/4 -5	NXX13	РР	1	46.9	±	2.2	67.9	±	2.1	115
2012/8/21	NXX13	ZP	1	9.3	±	0.7	14.9	±	0.6	24
2012/9/21	NXX13	ZP	1	6.7	±	0.9	11.1	±	0.8	18
2012/9/21	NXX7	ZP	1	4.6	±	1.0	6.9	±	0.8	11
2012/10/19	NXX13	РР	1	31.8	±	1.0	52.9	±	1.0	85
2012/11/8	NXX13	РР	1	39.5	±	1.0	66.1	±	1.1	106
2012/11/8	NXX13	РР	6	37.0	±	1.0	65.4	±	1.1	102
2012/11/26	NXX13	РР	1	29.7	±	0.5	50.2	±	0.5	80
2012/12/10	NXX13	РР	1	26.1	±	0.7	44.7	±	0.7	71
2013/4/16	NXX13	PP	1	6.9	±	0.6	11.5	±	0.5	18.4
2013/4/30	NXX13	PP	1	26.5	\pm	1.0	56.0	±	1.1	82.5
2013/5/14	NXX13	PP	1	11.2	\pm	1.1	20.3	±	1.0	31.4
2013/6/11	NXX13	ZP	1	6.1	±	0.6	11.3	±	0.5	17.4
2013/6/13	NXX7	ZP	1	3.2	\pm	0.4	7.3	±	0.4	10.5
2013/7/16	NXX13	ZP	1	4.0	±	1.0	8.6	\pm	0.8	12.6
2013/7/17	NXX7	ZP	1	4.2	\pm	0.7	7.4	\pm	0.6	11.6
2013/8/19	NXX13	ZP	1	5.1	\pm	0.5	12.1	±	0.5	17.3
2013/8/22	NXX7	ZP	1	3.1	±	0.6	7.7	±	0.5	10.8
2013/10/8	NXX13	ZP	1	3.1	±	1.0	7.2	±	0.7	10.3
2013/10/22	NXX13	PP	1	8.2	±	0.6	17.3	±	0.6	25.5
2013/11/5	NXX13	PP	1	45.0	±	1.0	104.7	±	1.3	149.7
2013/11/8	NXX13	PP	1	44.3	±	1.1	107.1	±	1.4	151.4
2013/11/11	NXX13	PP	1	35.4	±	1.0	82.5	±	1.2	117.9
2013/12/9	NXX13	ZP	1	15.3	±	1.1	37.9	±	1.2	53.2

表(2)-13 赤城大沼におけるセストンの放射性セシウム濃度

PP:植物プランクトン、ZP:動物プランクトン

コカナダモの放射性セシウム濃度の測定結果を表(2)-14に示す。コカナダモの放射性セシウム濃度は、2012年6月~10月に同じ場所で採集した検体間で3~5倍のばらつきが見られ、50 Bq/kg以上の検体も見られたが、2012年12月以降は10 Bq/kg以下と低濃度であった。今後、コカナダモの放射性セシウム濃度が急激に上昇することは考えにくいが、定期的な測定を継続して推移を見守る必要がある。

表(2)-14 赤城大沼におけるコカナダモの放射性Cs濃度推移

长年日	支出	ш				(Bq/kg)			
採集日	採取地点	Ħ		Cs-134	ļ	(Cs-137	7	合計
		1	3.5	±	0.7	4.8	±	0.6	8.4
2012/6/4	1	2	13.3	±	0.9	18.5	±	0.9	31.7
		3	3.8	±	0.7	6.8	±	0.6	10.6
		1	4.8	±	0.6	6.8	±	0.5	11.6
2012/8/20	1	2	12.0	±	0.8	18.4	±	0.7	30.4
_		3	4.1	±	0.6	6.4	±	0.5	10.4
		1	3.5	±	0.6	5.2	±	0.5	8.6
	1	2	20.0	±	1.0	32.4	±	0.9	52.4
		3	3.2	±	0.7	4.1	±	0.5	7.2
2012/10/22	2	1	1.9	±	0.6	2.7	±	0.4	4.6
	Z	2	4.3	±	0.6	6.4	±	0.5	10.7
	3	1	7.9	±	0.7	12.2	±	0.6	20.1
	5	2	2.3	±	0.7	4.4	±	0.5	6.7
2013/6/12	1	1	2.0	±	0.6	3.9	±	0.5	5.8
2013/0/12	1	2	1.9	±	0.6	4.9	±	0.5	6.9
2013/8/22	1	1	1.7	±	0.4	3.2	\pm	0.4	4.9
2013/0/22	1	2	2.3	<u>±</u>	0.5	3.9	<u>+</u>	0.4	6.2
2013/10/9	1	1	2.4	\pm	0.6	4.1	<u>+</u>	0.5	6.5
2013/10/9	1	2	2.8	±	0.5	3.4	<u>+</u>	0.4	6.2
2013/12/11	1	1	1.5	±	0.4	3.2	\pm	0.4	4.6
2013/12/11	1	2	1.4	±	0.3	3.0	<u>±</u>	0.3	4.4
2013/4/18	1	1	2.3	\pm	0.4	4.4	<u>+</u>	0.5	6.7
2013/4/10	1	2	2.2	±	0.4	3.2	±	0.4	5.3
2013/6/12	1	1	2.0	±	0.5	6.0	±	0.6	8.0
2013/0/12	1	2	1.6	±	0.4	3.3	<u>±</u>	0.4	4.9
2013/8/22	1	1	1.5	±	0.4	3.2	±	0.4	4.6
2013/0/22	1	2	1.4	<u>+</u>	0.3	3.0	<u>+</u>	0.3	4.4
2013/10/9	1	1	2.3	\pm	0.4	4.4	\pm	0.5	6.7
2013/10/7	1	2	2.2	±	0.4	3.2	<u>±</u>	0.4	5.3
2013/12/11	1	1	2.0	\pm	0.5	6.0	±	0.6	8.0
2013/12/11		2	1.6	±	0.4	3.3	±	0.4	4.9

(2)湖水の放射性セシウム分析

赤城大沼湖心部・表層における湖水の全放射性セシウム(Cs-137)濃度の推移を図(2)-7に示す。



図(2)-7 赤城大沼・湖心部・表層水における放射性セシウム(Cs-137)濃度の推移

2011年11月の調査開始以降、漸減傾向を示している。チェルノブイリ原発事故の調査結果から、 湖沼にフォールアウトした放射性セシウムは、湖の浮遊粒子に吸着・沈降して底質に移行する。 フォールアウトから数週間~数ヶ月で湖水の濃度は速やかに減少し、その後の減少は緩やかとな る⁴⁾。赤城大沼でも2011年11月の調査開始時には湖水に1.1×10⁹ Bq、底質に4.6×10¹⁰ Bqと試算でき ⁶⁾、放射性セシウムは底質に速やかに移行したことから、湖水は漸減傾向を示していると考えられ る。

湖心部における水深別の放射性セシウム(Cs-137)濃度結果を図(2)-8に示す。溶存態放射性セシウム濃度は下層に向かって上昇していた。特に、全循環が始まる10月の底層の溶存態放射性セシウム濃度は非常に高かった。このように底層で放射性セシウム濃度が上昇する理由としては、底層に沈殿する放射性セシウムを含む有機物(プランクトンの死骸や落ち葉等)が分解して湖水に再溶出していると考えられる。特に10月は全循環が始まることから一次生産量が上昇することで新生堆積物の沈殿量が増加し、これら新生堆積物から放射性セシウムが再溶出していると推測される。さらに、10月の調査時には水温躍層が水深9-13 mに形成されており、沈殿・再溶出した放射性セシウムは底層に留まることにより、高濃度になったと考えられる。



図(2)-8 赤城大沼・湖心部における水深別湖水の放射性セシウム(Cs-137)濃度



図(2)-8 赤城大沼・湖心部における水深別湖水の放射性セシウム(Cs-137)濃度(続き)

表(2)-15 赤城大沼・覚満川の河川水と湧水の放射性セシウム(Cs-137)

相式	サンプリング					Bq/L					
场別	日	溶存	態C	s-137	粒子	·態C	s-137	全	Cs-1	37	備考
	2011/12/15			デー	タなし			0.0152	±	0.0015	
	2012/4/13	0.0063	±	0.0017	0.0271	±	0.0028	0.0334	±	0.0023	雪解け
	2012/8/22	0.0046	±	0.0005	0.0197	±	0.0015	0.0243	±	0.0014	
	2013/4/5	0.0026	±	0.0006	0.0144	±	0.0010	0.0170	±	0.0008	
覚満川	2013/4/17	0.0085	±	0.0008	0.0093	±	0.0011	0.0179	±	0.0008	雪解け
	2013/6/12	0.0060	±	0.0006	0.0130	±	0.0018	0.0190	±	0.0017	
	2013/6/27	0.0034	±	0.0005	0.0183	±	0.0018	0.0217	±	0.0017	
	2013/8/22	0.0022	±	0.0006	0.0171	±	0.0010	0.0193	±	0.0008	
	2013/9/16	0.0100	±	0.0007	0.2196	±	0.0019	0.2296	±	0.0018	台風18号の直後
通来	2012/8/20			デー	タなし			0.0036	±	0.0010	
걩小	2013/10/10			デー	タなし			0.0015	±	0.0001	

赤城大沼への流入河川である覚満川と湧水における放射性セシウム(Cs-137)濃度結果を表 (2)-15に示す。覚満川の放射性Cs濃度は、雪解け直後の4月に若干上昇するが、赤城大沼湖水より も低かった。湧水の放射性セシウム濃度は湖水および河川水より低かった。そのため、覚満川の 河川水と湧水の流入により、湖水の放射性セシウム濃度は低下すると考えられた。一方、2013年 台風第18号が通過した直後の粒子態放射性セシウム濃度は、湖水濃度よりも高ことから底質のイ ンベントリーに影響を与えていると考えられた。しかしながら、溶存態放射性セシウム濃度は湖 水濃度よりも低く、台風等による流入水が生態系に与える影響は小さいと示唆される。今後は、 台風や大雨により流入する懸濁粒子の化学形態別分析を行い、生態系への影響を正確に把握する 必要がある。

対照湖沼の赤谷湖、草木湖および梅田湖における湖水の放射性セシウム濃度結果を表(2)-16に示 す。対照湖沼における湖水の放射性セシウム濃度は低い傾向を示した。しかしながら、2013年の 梅田湖における湖水の全放射性セシウム濃度は2012年よりも低濃度であったのに対し、2013年の 赤谷湖と草木湖における湖水の全放射性セシウム濃度は2012年と同程度もしくは高濃度であった。 2013年の赤谷湖と草木湖の野外調査は、台風第18号通過後に行ったために集水域からの土砂流入 により湖水の濁度が高くなっていた。そのため、これらの土砂粒子に放射性セシウムが吸着して いることから、全放射性セシウム濃度が高くなったと考えられた。

担託	サンプリング			Bq/	L		
物内	日	溶存態	ÉCs-137	粒子態(Cs-137	全C	s-137
赤谷湖	2012/11/22	0.0046	± 0.0004	0.0074 ±	0.0009	0.0121	± 0.0008
梅田湖	2012/9/4	0.0014	± 0.0011	0.0101 ±	0.0011	0.0116	± 0.0003
草木湖	2012/9/3	0.0061	± 0.0012	0.0052 ±	0.0016	0.0114	± 0.0011
赤谷湖	2013/9/19					0.0191	± 0.0008
梅田湖	2013/9/15		デー	タなし		0.0029	± 0.0002
草木湖	2013/9/20					0.0187	± 0.0006

表(2)-16 対照湖沼における湖水の放射性セシウム(Cs-137)の濃度

次に赤城大沼と対照湖沼を比較すると赤城大沼湖水の放射性セシウム濃度は、対照湖沼よりも 明らかに高濃度であり、ワカサギの濃度も高い値であった。赤城大沼は山頂のカルデラに形成さ れた火ロ原湖であり、湖水の滞留時間が長く閉鎖性の強い湖である。一方、対照湖沼はダム湖で あることから集水域が広く、湖水の滞留時間が短く開放的な湖であると考えられる。赤谷湖や草 木湖の底質は、赤城大沼の底質よりも高濃度の放射性セシウムが検出されているが、湖水の濃度 は低く、ワカサギ(魚類)への影響が少ない。つまり、ダム湖では集水域から粒子態放射性セシ ウムが流入することで湖底堆積物の放射性セシウムは高濃度になるが、湖水の交換率が良いため 湖水は低濃度に保たれていると考えられる。一方、赤城大沼では湖水の滞留時間が長く、放射性 セシウムが湖水中に長期間湖内に留まり、このことが魚類に高濃度の放射性セシウム汚染をもた らしている一因であると推定される。チェルノブイリ原発故後、河川および開放湖と比較して閉 鎖性の強い湖沼では淡水魚の長期的な放射性セシウム汚染が確認されていることからも⁴⁾、湖水の 交換率が放射性セシウムの魚類への蓄積に関与している可能性は高いと考えられる。

(3) 赤城大沼における魚類の濃縮係数

これまでの放射性セシウム濃度測定結果から、赤城大沼に生息する魚類の放射性セシウム(Cs-137)濃縮係数{(生体中の放射性濃度)/(水中の放射性核種濃度)}の算定結果を表(2)-17に示す。ワカサギの濃縮係数は約700-1850と算定され、チェルノブイリ原発事故の調査結果と大きな違いは見られなかった⁷⁾。今後も魚類と湖水中の放射性セシウム濃度を定期的に測定して魚類における濃縮係数を算定し、生物濃縮の過程を明らかにすることが重要である。

	金星	濃縮係数	(
	良性	最小值-最大值	平均	一 怏 怦 剱
ワカサギ	プランクトン食	712-1852	1064	63
ウグイ	雑食	1548-3117	2156	12
オイカワ	雑食	1067-3223	1824	12
モツゴ	雑食	1178-1683	1407	3
ヨシノボリ	雑食	1325-2193	1658	3
シマドジョウ	雑食	1885-1885	1885	1
イワナ	魚食	2485-5485	4053	34

表(2)-17 赤城大沼に生息する魚類の放射性セシウムの濃縮係数

(4) ワカサギにおける魚体内からの放射性セシウムの減衰試験(実効半減期の推定試験)

実験1におけるワカサギ魚体内からの放射性セシウム(Cs-137)減衰過程を図(2)-9に示す。実験 1ではワカサギの体重と肥満度は暫減しており、これは冬場の赤城大沼のワカサギと同じ条件であ ると考えられる。また、120日目(4月)には放射性セシウム濃度が若干上昇しているが、これは 産卵期による体重減少が影響していると考えられる。3~5月がワカサギの産卵時期であり、本検 体についても同時期に排卵行動が確認された。放射性セシウムは主に筋肉に蓄積しており、産卵 により体重が減少したが、体重に占める筋肉量は増加したのでワカサギ中の放射性セシウム濃度 が増加したと考えられる。なお、120日目以降については、放射性セシウム濃度は暫減している。 全試験期間の値を使用して魚体内に入った放射性セシウム量が半分になる期間(実効半減期)を求 めると約300日間であった。放射性セシウムが順調に減少した90日目までの結果から実効半減期を 求めると約180日間であった。これらの結果から、ワカサギ魚体からの放射性セシウムの減衰は30 日当たり5~10%程度であると考えられた。

実験2におけるワカサギ魚体内からの放射性セシウム(Cs-137)減衰過程を図(2)-10に示す。実験1と比較して約3倍量の冷凍コペポーダを給餌することで体重が増える条件を想定していたが、 一時期(30から60日目)を除いて残餌が多かった。残餌の少なかった30日目から60日目において 魚体重は2g以上増え、肥満度も同様に高くなった。一方、放射性セシウム濃度は172 Bq/kg(30日 目)から117 Bq/kg(60日目)に急激に減少した。30日目の平均魚体重は5.5 gであり、60日目は7.8 gであった。30日目に放射性セシウム濃度を体重増加分の比率(7.8/5.5)で除すると121 Bq/kgとなることから、体重の増加分だけ放射性セシウムが減少したと考えられた。



図(2)-9 実験1におけるワカサギ魚体内からの 放射性セシウム(Cs-137)減衰過程



図(2)-10 実験2におけるワカサギ魚体内からの 放射性セシウム(Cs-137)減衰過程

(5) ワカサギの飼育試験による底質の影響評価

実験1と実験2の結果をそれぞれ表(2)-18と表(2)-19に示す。天然のワカサギを用いたことから、1

~2 Bq/kg程度の放射性セシウム(Cs-137)が検出された。2回の実験共に底質区とコントロール区のCs-137濃度に差はほとんど認められなかった。このことから底質からワカサギへ直接的に放射性 セシウムが移行している可能性は低いことが示唆された。

サンプリング	底質添加量	学歌区	測定	平均体重		((Bq/kg)
日	(Cs-137)	武映区	個体数	(g)	11.何皮 -		¹³⁷ Cs	
2013/11/19	-	開始前	25	4.8	8.2	1.6	±	0.1
2013/12/4	0 Bq	コントロール	25	4.3	8.1	1.8	±	0.1
2013/12/4	278 Bq	底質区	25	5.6	8.2	2.0	±	0.1
2013/12/9	0 Bq	コントロール	25	3.3	7.4	1.5	±	0.2
2013/12/9	278 Bq	底質区	25	4.9	7.7	1.7	±	0.2

表(2)-18 実験1におけるワカサギの放射性セシウム濃度

表(2)-19 実験2におけるワカサギの放射性セシウム濃度

サンプリング	底質添加量	封殿区	測定	平均体重		((Bq/kg)
日	(Cs-137)	武歌区	個体数	(g)	11. 何皮		¹³⁷ Cs	
2014/1/7	-	開始前	20	9.9	9.9	1.1	±	0.1
2014/1/22	0 Bq	コントロール	20	9.5	9.5	1.1	±	0.1
2014/1/22	833 Bq	底質区	20	10.1	9.6	1.4	±	0.1
2014/1/27	0 Bq	コントロール	20	10.2	9.7	1.0	±	0.1
2014/1/27	833 Bq	底質区	20	10.3	9.7	1.5	±	0.1

(6) 2011年3月以降の赤城大沼におけるワカサギについて

放射性セシウムが降下した2011年3月以降の赤城大沼におけるワカサギの放射性セシウム汚染 経過について、これまでの調査結果、ワカサギの生態および赤城大沼の状況を勘案すると次のよ うに考察できる。一般的にワカサギは春季から夏季にかけてプランクトンを積極的に摂餌し急激 に成長する。2012年4月~9月、2013年4月~9月にかけてワカサギの肥満度は急激に上昇したこと から、赤城大沼のワカサギも春季から夏季に急激に成長し、その後の成長は緩やかであると考え られた。2011年3月の放射性セシウム降下時には、赤城大沼は全面結氷していた。4月になり湖の 解氷と周囲の雪解けにより放射性セシウムを含んだ水が赤城大沼に流れ込み、湖水の放射性セシ ウム濃度は高くなると共に赤城大沼は閉鎖性が強いことから湖水中に放射性セシウムが留まった と推察できる。そのため、ワカサギの餌となるプランクトンが放射性セシウムに汚染され、ワカ サギが最も成長する時期とプランクトンの汚染が一致することによって、食物連鎖によりワカサ ギで高濃度の放射性セシウム満住されたと考えられる。また、2012年4月~9月、2013年4月~9 月にワカサギの放射性セシウム濃度が急減したのは、赤城大沼に流れ込んだ放射性セシウムの多 くが底質に移行したことで餌となるプランクトンの汚染が2011年と比較して相対的に減少したこ とによると考えられる。

(7)湖沼底質、ワカサギおよび湖水の関係

環境省が実施している環境モニタリング調査より、高濃度の放射性セシウムが湖沼底質に存在 していることが明らかとなっている。そのため、湖沼底質にある高濃度の放射性セシウムが魚類 に移行する可能性が指摘されている。そこで、湖沼底質(環境省が実施している公共用水域にお ける放射性物質モニタリング測定結果を使用)とワカサギ(本研究測定結果を使用)の放射性セ シウム濃度(Cs-137)値を用いて両者の関係性を調べたところ相関は見られず、「ワカサギの飼育 試験による底質の影響評価」の結果を支持した(図(2)-11)。一方、湖水(本研究測定結果を使用) とワカサギの放射性セシウム濃度(Cs-137)間には正の相関が認められた(図(2)-12)。つまり、 湖水はワカサギの放射性セシウム濃度に影響を与えていると考えられ、湖水→プランクトン→ワ カサギと生物濃縮により放射性セシウムが移行していると推察される。また、湖水濃度が高いほ どワカサギは高濃度になっていることから、魚類の放射性セシウム濃度を推定するためには湖水 濃度の測定が必要であると言える。



図(2)-11 底質とワカサギの放射性セシウム(Cs-137)濃度の関係



図(2)-12 湖水とワカサギの放射性セシウム(Cs-137)濃度の関係

5. 本研究により得られた成果

(1)科学的意義

赤城大沼における魚類、セストン、水生生物および湖水中の放射性セシウム濃度の継時変化を 測定することで、福島第一原子力発電所事故による湖沼環境への放射性セシウム汚染状況を把握 することができた。特に、ワカサギについては、放射性セシウム濃度の詳細な分析を行い、全循 環(10~11月)に濃度が上昇することを明らかにした。また、ワカサギの放射性セシウム濃度は 湖水中の放射性セシウムの影響を受けており、底質中の放射性セシウムは直接的には影響を与え ている可能性は低かった。さらに、飼育試験によりワカサギの実効半減期が約180日であることを 明らかにした。

(2)環境政策への貢献

赤城大沼および群馬県内の対照湖沼に生息する魚類、水生植物、プランクトンなどの水生生物 の放射性セシウムレベルを測定しその実態を明らかにした。特に、赤城大沼のワカサギについて は、詳細な濃度測定を実施して経年変化を調べたところ、2011年8月から2012年9月までは急激な 減少傾向を示したが、それ以降は漸減傾向を示している。また、湖の全循環期である10~11月に ワカサギの放射性セシウム濃度の上昇を確認した。

赤城大沼の湖水、赤城大沼への流入河川、湧水、さらに対照湖における湖水の放射性セシウム レベルを測定したところ、赤城大沼の放射性セシウムレベルは、他の試料に比べて現在も一桁高 レベルであった。また、赤城大沼において水深別の放射性セシウム濃度の測定を行ったところ、 水温躍層が形成される時期は、低層が高レベルになることが明らかとなった。

ワカサギ魚体内からの放射性セシウムの減衰試験(実効半減期の推定試験)を行った結果、魚 体内の放射性セシウム濃度の半減には約180日間が必要であると推定された。

ワカサギ飼育試験による底質の影響評価試験を行ったところ、底質からワカサギへ直接的に放 射性セシウムが移行している可能性は低いことが示唆された。

(2) 環境政策への貢献

<行政が既に活用した成果>

特に記載すべき事項はない。

<行政が活用することが見込まれる成果>

赤城大沼のワカサギの放射性セシウムレベルは、2014年1月の段階で、食品の規制値100 Bq/kg をわずかに下回る程度であるが、出荷自粛要請は解除されず汚染問題は継続している。遊漁者は 例年の3分の1程度であり、地元の経済的被害も継続中である。当初汚染が見出された福島県檜原 湖や県内の榛名湖を除く他の湖沼においては、ワカサギの放射性セシウム汚染は既にほぼ解消し ている一方、赤城大沼はじめ榛名湖、中禅寺湖(栃木県)、沼澤湖(福島県)などの閉鎖性の強 い湖沼では、ワカサギやヒメマスなどの汚染がむしろ顕在化し、本問題が普遍的な現象であるこ とが明らかになっている。

赤城大沼湖水中の全放射性セシウム(Cs-137)レベルは、2013年12月で~0.11 Bq/Lを示している。これは2011年の約半分のレベルであるが、他の水系の10倍以上のレベルである。また、ワカサギの放射性セシウムレベルと湖水レベルは高い相関を示した。これは湖水→植物プランクトン →動物プランクトン→ワカサギの食物連鎖によりワカサギの高レベル汚染が生じているためであ る。一方、湖水レベルがゆっくりとしか減少しない原因は、赤城大沼の閉鎖性、すなわち、湖水 の平均滞留時間が約2.3年であることによると考えられる。本研究により、集水域からの流れこみ、 湖底質への沈降、湖底質からの再溶解プロセスは、放射性Csの湖水レベルに大きな影響を与えず、 湖水からの放射性Csの流出(すなわち、流入水による希釈効果)だけで湖水レベルがほぼ決まっ ていることも明らかとなった。

6. 国際共同研究等の状況

特に記載すべき事項はない。

7.研究成果の発表状況

(1) 誌上発表

<論文(査読あり)>

特に記載すべき事項はない。

<その他誌上発表(査読なし)>

鈴木究真、角田欣一:水環境学会誌、36(A), 3, 87-90 (2013)
「特集 福島第一原子力発電所事故による水環境の放射能汚染 湖沼環境への影響と課題

-群馬県·赤城大沼-」

(2) 口頭発表(学会等)

- 鈴木究真、田中英樹、泉庄太郎、小野関由美、松岡栄一、久下敏宏、佐藤敦彦、相澤省 一、森勝伸、薬袋佳孝、野原精一、長尾誠也、角田欣一:「ワカサギにおける放射性セシ ウムの減衰過程」平成25年度日本水産学会春季大会(2013年3月)
- 2) 鈴木究真:「湖沼環境への影響-群馬県・赤城大沼-」NPO法人21世紀水倶楽部 2013年研究 集会「陸域における放射性物質の挙動を探る」(2013年7月)
- 3) 小野関 由美、野原 精一:「赤城大沼における放射性セシウムの推移 ワカサギは何 をどの様に食べているか?」第18回ワカサギに学ぶ会(2014年1月)

(3) 出願特許

特に記載すべき事項はない。

- (4)シンポジウム、セミナー等の開催(主催のもの)
 - 赤城大沼の放射性セシウム汚染に係る研究成果説明会(地元説明会) (2014年3月20日、 赤城公園ビジターセンター会議室)

(5) マスコミ等への公表・報道等

- 1) 上毛新聞(2012年7月7日、一面、平成24年度環境研究総合推進費の採択について)
- 2) 東京新聞(2012年7月7日、群馬版、平成24年度環境研究総合推進費の採択について)
- 3) 毎日新聞(2012年7月7日、群馬版、平成24年度環境研究総合推進費の採択について)
- 4) 読売新聞(2012年7月7日、群馬版、平成24年度環境研究総合推進費の採択について)
- 5) 東京新聞(2012年9月15日、群馬版、赤城大沼ワカサギの汚染解明に向けての研究について)
- 6) TBSテレビ Nスタ(2013年1月30日、赤城大沼の状況と研究成果について15分ほど紹介)
- 7)朝日新聞「プロメテウスの罠(釣ったら放せ、1~20)」(H25.6.14~7.3、赤城大沼問題は 6.24~29 にプロジェクトメンバーらの研究活動を中心に取り上げられた。)
- 8) 朝日新聞(2014年3月9日、群馬県版、ワカサギ規制 解除いつ)

(6) その他

特に記載すべき事項はない。

8. 引用文献

- M. Aoyama, K. Hirose, T. Miyao and Y. Igarashi, Low level 137Cs measurements in deep seawater samples. Appl. Radiat. Isot., 53,159-162 (2000)
- K. Hirose, M. Aoyama, Y. Igarashi and K. Komura, Extremely low background measurements of ¹³⁷Cs in seawater samples using an underground facility (Ogoya). J. Radioanal. Nucl. Chem., 263, 349-353 (2005).
- 3) K. Hirose, M. Aoyama, Y. Igarashi and K. Komura, Improvement of ¹³⁷Cs analysis in small

volume seawater samples using the Ogoya underground facility. J. Radioanal. Nucl. Chem., 276, 795–798 (2008).

- Report of the Chernobyl Forum Expert Group 'Environment' (2006), Environmental Consequences of theChernobyl Accident and their Remediation : Twenty Years of Experience, 166pp, IAEA, Vienna
- 5) M. A. Malek, M. Nakahara, R. Nakamura, Uptake, retention and organ/tissue distribution of 137Cs by Japanese catfish (Silurus asotus Linnaeus). J. Environ. Radioact.,77, 191-204(2004)
- 6) 鈴木究真,角田欣一:湖沼環境への影響と課題―群馬県・赤城大沼―,水環境学会誌, 36,3,(2013) 87-90.
- 7) T. M.Poston, and D. C. Klopfer, (1988) Concentration factors used in the assessment of radiation dose to consumers of fish : A review of 27 radionuclides, *Health Phys.*, 55, 751-766.

(3) 赤城大沼湖沼生態系の物質循環に関する研究

国立環境研究所

生物・生態系環境研究センター

野原精一

平成24(開始年度)~25年度累計予算額:7,974千円 (うち、平成25年度予算額:4,001千円) 予算額は、間接経費を含む。

[要旨]

渓流からの流砂、湖沼沈殿物、動植物プランクトン、底生動物および魚類の窒素・炭素安定同 位体比、放射性Cs濃度を測定して、Csの物質収支および生物サイクルを含むワカサギの食物連鎖 によるCs生物濃縮メカニズムを明らかにするため、食物網を明らかにし食物からの放射性Csの移 行を推定した。また底質の影響を実証するための隔離水界実験を行い、底泥の影響がワカサギに は及ばないことを明らかにした。流域からの流入量の把握、土地利用解析、水文解析により大沼 のCs物質収支を明らかにし、積雪期のフォールアウトの影響について初めて指摘した。

[キーワード]

放射性セシウム、湖沼生態系、集水域、沈殿物、積雪

1. はじめに(研究背景等)

群馬県の北部、西部の山間部を中心に、福島第一原子力発電所事故による放射性セシウム汚染 の広がった(群馬県の調査、文科省航空機モニタリング調査)。これらの調査結果は、全体の傾 向はよく一致し、個別にデータは必ずしも一致した結果とはなっていない。さらに赤城大沼にお いてはワカサギ、ウグイ、イワナなどの魚類に暫定基準値以上の放射性セシウムの汚染が観測さ れた。しかし、同程度の放射性セシウムの降下があったと考えられる他県の湖沼や県内の利根川 水系の湖沼などと比較してみても、特に赤城大沼における魚類の放射性セシウム汚染は特異的と 考えられ、その原因は必ずしも明確でない。そのため、今後の放射性セシウムの物質循環とその 原因を研究する必要がある。

2. 研究開発目的

Csの物質収支および生物サイクルを含むワカサギの食物連鎖によるCs生物濃縮メカニズムを明 らかにするため、渓流からの流砂、湖沼沈殿物、動植物プランクトン、底生動物および魚類の窒 素・炭素安定同位体比、放射性Cs濃度を測定して、食物網を明らかにし食物からの放射性Csの移 行量を推定する。また底質の影響を実証するための飼育実験を行う。

他のサブグループと協力して、渓流からの流砂によるCs量の把握、湖心にて毎月1回水深別に採 水を行う。動植物プランクトンの定量採取、種組成の年変動、懸濁物質の粒度を明らかにする。 生物サイクルを含むワカサギの食物連鎖によるCs生物濃縮メカニズムを明らかにするため、動植 物プランクトン、底生動物および魚類の窒素・炭素安定同位体比、Cs濃度を測定する。食物網を 明らかにし、食物と水からのCsの移行量を推定する。また、流域からの流入量の把握、土地利用 解析、水文解析により大沼のCs物質収支を明らかにする。

底質の再懸濁由来の餌からワカサギへ移行する仮説を証明するため、大沼底質と湖水を実験水 槽に入れ、非汚染地域からのワカサギの受精卵を使って、接種、飼育、観察を行う。さらに底質 攪拌再懸濁区・非攪乱区・底質除染区等を設け、実験的に底泥再懸濁仮説を証明する。

3. 研究開発の方法

1) 湖沼水文調査

流入河川(覚満川)と流出河川(赤城大沼用水)の水文・水質調査を実施した。大沼生態系構造の把握するため、毎月1回、流入河川(覚満淵川)と実質的な流出河川(赤城大沼用水)の圧力 式水位計(HOBO、water level logger)による水位・水温観測と電磁流速計による流量観測を行った。詳細な湖盆図を作成し、湧水のわき出しの有無と魚類の分布状況を明らかにして懸濁浮遊 物質が魚類に取り込まれるかどうかを検討した。湖沼では魚群探知機(NAVMAN)で表層から湖底の懸濁物や魚類の分布状況及び水深を把握した。

流向流速計(YSI, M9 River Surveyor)による流向流速調査と水温分布調査を2012年7月5日に 行った。流向流速観測コースは100m間隔、15ラインで測定した。基本仕様は、流速計測 計測範囲 (距離) 0.06 m~30m 計測範囲(流速) 20m/s 計測精度 最大0.25% 分解能 0.001m/s セル数(層数) 最大128 セルサイズ 0.02m~4m トランスデユーサ 3MHz, 1MHzは4ビーム取付角25°、鉛直ビーム 0.5 MHz (測深用)。水深計測 計測範囲 0.2m~80m 計測精度 1% 分解能 0.001m。流量計測: 計測可能水深(ボトムトラック利用時) 0.3m~30m 計測可能水深(RTK GPS利用時) 0.3m~80m。流量計算 プ ロッセッサ内部処理を行った。電気伝導度、水温、圧力、音速、GPS位置についてはCastAway-CTD (YSI)を用いた。

2) 湖沼水質・プランクトン組成調査

赤城大沼の湖心で2012年~2013年の5月~11月に2週間毎と結氷期の2月と3月に水質調査(水深、 水温、pH、電気伝導度、溶存酸素濃度)を測定した。

湖心において毎月2回水深別(0,3,6,9,12,15,16m)に北原式採水器で採水を行い冷蔵し て実験室に持ち帰り、GF/Fフィルターでろ過して懸濁物質量(SS量)、藻類現存量としてクロロ フィルa量を測定した。GF/F濾液から栄養塩を測定した。別に、0.2µmフィルターでろ過した濾液 に硝酸を1%になる様に加え、ICP-AESとICP-MSによる元素分析を行った。流入する周辺湧水で採 水を行い、フィルターでろ過して栄養塩及び元素分析行った。

湖心において毎月2回水深別(0,3,6,9,12,15,16m)に北原式採水器で植物プランクトン を採取し、ルゴール液で固定し種組成を明らかにした。動物プランクトンはプランクトンネット (NXX7:目合い200µm・口径40 cm)を用いての湖底から垂直引きして動物プランクトンを濃縮し、 シュガーホルマリンで固定して、種類と個体数を計測した。

3) 沈澱量調査

毎月2回水質調査を行って溶存物質と懸濁物質量を測定した。湖心の中層(6m)と下層(14m) に沈殿瓶(口径5cm、長さ30cmアクリル製)を係留し、月1回と1日係留を行って沈殿物を回収し、 湖への新生堆積物の沈降量を観測した。また、底泥の再懸濁量を評価するため水深5-6m付近沿岸 域湖底に同様の沈澱瓶を1昼夜設置し沈殿物を回収し、湖岸への新生堆積物の沈降量を観測した。

4) 粒度分布調査

粒度分析計(LISST-100X)を1m水深毎に1分間静置して、各水深の粒径体積分布をした。その機器を使って、採水した湖心の湖水を持ち帰って水深別粒径-体積濃度の関係を測定した。ポリプロピレン製瓶に湖水を2L採水して、LISST-100X(2.5~500µm)による粒度分析用サンプルとして冷蔵して実験室に持ち帰った。また、現地観測として湖心を含む6地点で1秒ごとに測定を行い、各水深で10データを平均して代表値とした。その後、架台に取り付けたLISST-100Xを水深6mの地点に設置し、インターバル1分の連続測定を1500分行って時間的な底泥の攪乱を観測した。

5) 摂餌実験と安定同位体比調査

ワカサギが生きたタマミジンコ等を食べる様子を強い照明で明るくし、ハイビジョンカメラと、 ハイビジョン規格のハイスピードカメラを用いて撮影した。また、ワカサギを釣り直ぐに冷凍し て、胃内容物を採取し、光学顕微鏡で観察した。生物サイクルを含むワカサギの食物連鎖による Cs生物濃縮メカニズムを明らかにするため、動植物プランクトン、底生動物および魚類の窒素・ 炭素安定同位体比を測定して、食物網を明らかにし食物からのCsの移行量を推定するためサンプ ルを調整した。

6)動植物プランクトン、底生動物および魚類の窒素・炭素安定同位体比とCs濃度

底質表層および魚類の窒素・炭素安定同位体比を安定同位体分析計で分析した。

7) 放射性セシウム堆積分布調査

沿岸部の放射性セシウムの蓄積濃度を乾燥後Ge検出器で放射性Csの分析を行った

8) 渓流からの流砂によるCs量の把握

赤城大沼の流入河川は覚満川のみであるが、集水域の一部でしかない。約7割は地下水もしくは 湧水起源とされている(近藤・濱田,2009)。台風や大雨による洪水時には、Csを含む濁水が表 層を流れて通常の涸れ沢から流入すると想定されため、流入量の多いと考えられた涸れ沢に流砂 トラップ(口径10cm、長さ100cmの塩ビパイプ)を10ヶ所に設置して、洪水後に回収した。流砂は、 乾燥後Ge検出器で放射性Csの分析を行った。

9) 放射性セシウム堆積分布調査

底泥に堆積した放射性Csの存在量を明らかにするため、エックマンバージ採泥器を使って沿岸 周辺の湖底から底泥を採取し、採泥器中央の表層5cmのコアサンプルを得た。NaIシンチレーショ ン分析計で分析した。また、大沼における底泥の放射性Csのインベントリーを明らかにするため、 2013年2月と8月に底泥を佐竹式コアサンプラーで柱状採取を行った。底泥コアは2cm毎に切り分け、 60℃で乾燥後、Ge検出器で放射性Csの分析を行った。

10)土地利用解析

過去のランドサット画像23シーンを入手してNDSI(正規化積雪指数)の解析を行った。使用した画像として背景にはLANDSAT8の2013年5月3日の画像を使用し、積雪状況の変化をLANDSAT7の 1995年~2003年14年間の1月~5月初旬の雲の少ない画像を23シーン使用した。2003年5月以降は、 画像にギャップが入っているため使用しなかった。手順は以下の様である。

1. 各シーンでNDSI(正規化積雪指数)を計算し、その値から積雪域を決定し2値化画像を作成 (積雪あり:1 なし:0)。2. 積雪域の2値化画像の値を全て足し合わせる(画像の値:0~ 23)。3. 2. の数値が大きいほど、どの時期でも積雪がある2. の数値が少ない地点より融雪 が始まると考え、数値が少ないところより背景画像が現れるような動画を作成した。また、度数 分布の色分け、各積雪域に流域を重ねたもの各シーンの積雪分布は解像度がそのままだと粗いた め境界にスムージングをかけた。度数分布は解像度がランドサットのままの30mメッシュとした。

11)水文解析により大沼のCs物質収支

水文解析により大沼の放射性Cs物質収支を計算した。赤城大沼用水の放水データを入手し、赤 城大沼の月別流出量(2012年~2013年)を示した。

12)底泥の移動シュミュレーション

台風による風波で引き起こされた底泥の移動シュミュレーション(2013年9月)と(2013年10月) を行った。計算手法は、豊田ら(2003)と基本的に同様であるが、吹送波の算定に用いる水深は赤 城大沼の平均水深といわれる9.1mとし、波浪推定地点の実水深に対する浅水・砕波変形を考慮し て補正した。吹送流場は準3次元での計算とし、鉛直方向に1m間隔で層分割(ただし、15 m最大水 深は同一層)。底泥の巻き上げフラックス $E=M(\tau/\tau e-1)$ において、 τe には豊田ら(2003)と同 じ0.05 Paとしたが、Mは大きめに設定し、0.2 g/m2/sとした。検討対象とした強風イベントは、 Case 1:2013年台風18号(2013年9月16日1:00~9月18日23:00 :70時間)風速最大時の風向:南 東→ 9月18日に採水調査があった。Case 2として、2013年台風26号(2013年10月16日1:00~10月 18日0:00 :47時間)風速最大時の風向:北西とした。

13) 大沼底質と湖水の実験水槽実験

25個、70Lのプラスチック製円形水槽にエンジンポンプで湖水表層の水で満水にした。それぞれ にエックマンバージ1回分の大沼湖底の底泥をプラスチックバットに構造をほぼ維持したまま静 かに移し、底泥サンプルの中央から底泥コアを採取し放射性物質分析用のサンプルとした。投入 時、0.5ヶ月後、1ヶ月後、2ヶ月後、3ヶ月後に湖水を採取し、水中クロロフィルa量を測定した。 投入時、2ヶ月後に10Lの実験湖水を持ち帰り、懸濁物質をGF/Fフィルターでろ過し、懸濁物質と 溶存態の放射性CsをGe検出器で分析した。

4. 結果及び考察

1) 湖沼水文調査

図(3)-1には流入河川(覚満川)と流出河川(赤城大沼用水)を示した。流入河川は覚満川のみ で、多くは大沼周囲の湧水から涵養されていた。図(3)-2. 左図に魚群探知機で見た表層から湖底 の懸濁物や魚類の分布状況を示し、右図には流向流速計の調査風景を示した。その赤城大沼の流向流速調査と水温分布(2012年7月)の結果を、図(3)-3に示した。流向流速観測コースは100m間隔で測定した。その調査の結果、赤城大沼の湖盆図(図(3)-4)を作成した。図(3)-5には赤城 大沼の流向・流速分布を表層、中層、下層に別けて示した。大きな卓越した流れはなく、平均して最大で30cm/秒以下の極わずかの流速が見られた。図(3)-6には赤城大沼の鉛直流速分布を示した。目立った地下からの湧きだしの様な物はなく、沿岸部では流速がやや大きいことが判った。





図(3)-1. 流入河川(覚満川)と流出河川(赤城大沼用水)



図(3)-2. 魚群探知機と流向流速計の調査風景



図(3)-3. 赤城大沼の流向流速観測コースと水温分布(2012年7月)



図(3)-4. 赤城大沼の湖盆図



図(3)-5. 赤城大沼の表層・中層・底層における流向・流速分布



図(3)-6. 赤城大沼の鉛直流速分布

2) 湖沼水質・プランクトン組成調査

図(3)-7に、深度別、季節別の懸濁物質量(SS)を示した。湖底周辺での採取場所による大きな 変化はあるが、季節的な変化は少なかった。水深 15m では徐々に懸濁物質量が増加し秋には減少 した。一方、深度別、季節別のクロロフィルa量(図(3)-8)の変化は、水深によって大きく異な っていた。特に、7月には水深 9-12m 付近、10月には水深 6m 付近、11月には水深 9m 付近のクロ ロフィルa量が高く、藻類が中層で増加したことが判る。水質環境から、夏期に成層して(図(3)-9)、 温度躍層下で溶存酸素が極大になり藻類の一次生産が大きい事が判った。また、底層では無酸素 になり水深 10m以深ではワカサギなどの生息ができなく、電気伝導度が上昇していて底泥からの 溶出が起こっていると推定された。図(3)-10 には各種の植物プランクトンの水深別個体数(個体 数/m1)を示した。主な藻類は珪藻の Cycolotella sp.と星状群体の Fragilaria sp.であった。 同じく珪藻の Aulacoseira ambigua が水深 15m 付近に多かった。



図(3)-7. 深度別、季節別の懸濁物質量(SS)



図(3)-8. 深度別、季節別のクロロフィル a 量

湖心にて毎月 1 回水深別に採水し、動植物プランクトンの定量採取、種組成の年変動を把握した。植物プランクトンの指標であるクロロフィル a 量は循環期である 5 月には水深間で一様であったが、徐々に 6m から 12m までの変水層にクロロフィル a 量が多く(図(3)-11)、秋の循環期には全層が一様になった。主な植物プランクトン(図(3)-12 および表(3)-1)に示した。



図(3)-9. 湖心の各水質(水温、溶存酸素、電気伝導度、pH)と水深(2012年7月19日)



図(3)-10. 各種の植物プランクトンの水深別個体数(個体数/ml)



図(3)-11. 赤城大沼の水深別のクロロフィル a 量(2012年)



図(3)-12. 赤城大沼の植物プランクトン写真

表(3)-1 (89 ページ) に示したように藍藻では Chroococcus sp.、Microcystis aeruginosa*、 Woronichinia naegeliana*、クリプト藻では Cryptomonas sp.、渦鞭毛藻では Ceratium hirundinella、 Peridinium bipes、Peridinium sp.、が見られた。黄金色藻では Dinobryon bavaricum、Dinobryon divergens が見られた。珪藻では Cyclotella stelligera、 Cycolotella sp.、 Cycolotella spp.、 Aulacoseira ambigua、 Urosolenia longiseta、Asterionella formosa、Fragilaria crotonensis、Fragilaria sp.(星状群体)、Fragilaria sp.(単体)、Fragilaria spp.、 Synedra acus、 Tabellaria flocculosa、 Achnanthes sp.、 Cymbella sp.、 Gomphonema sp.、 Navicula spp.、 Nitzschia sp.、 Surirella sp.が見られた。 緑藻では Quadrigula sp.、 Dictyosphaerium pulchellum、 Scenedesmus quadricauda、 Scenedesmus sp.、 Elakatothrix gelatinosa が見 られた。特に珪藻の細長い Aulacoseira ambigua や Asterionella formosa、 Cycolotella sp. が多く見ら れた(図(3)-12)。

3) 沈澱量調査

図(3)-13に沈澱トラップの沿岸域用と湖心用を示した。その採集器で沈澱量の季節変化(図 (3)-14)の係留1日と係留2週間の値を比較した。係留1日の調査でも2週間でも同じようなオー ダーで藻類による沈澱量が把握できた。特に、2週間法では循環期の6月や10月には沈澱量が多 くなり、一次生産が増加している事が判った。一方成層期には沈澱が少なくなった。1日係留によ る湖心と沿岸部での沈澱量を比較すると、明らかに沿岸部が2-3倍多く、湖底の巻き上げによる再 懸濁による見かけ上の沈澱量が増えている物と思われた。沈殿物量は6mや14mで大きな違いは 見られなかった。有機物量だけにして、無機物を除けば一次生産を推定することができる。また、 沈殿物に含まれる放射性セシウム量を測定することによって、放射性セシウムの蓄積が今も続い ているかを判断できる。

						赤城大	昭植物プラ	ランクトン	~調査結果								
														粹	条集年:2013年		
			,	•	4		1	•		•	4		:	:	* は群体数に	て計数した 単(在:細胞数/全量 ::::::
HH HH	ПŶ	4 93	No. 1	No. 2	No. 3	No. 4	No. 5	No. 6	No. 7	No. 8	No. 9	No.10	No. 11	No. 12	No. 13	No. 14	No. 15
E .	(veb)	(銀行	2012/4/12	2013/4/10	2013/4/30	2013/3/14	2013/ 6/ 11	2013/6/13	2013/1/16	2013/1/1/	2013/8/19	2013/8/22	2013/10/8	2013/10/22	2013/11/0	2013/11/8	2013/11/11
-70 HT W MR	1991 1995		(1m)	(1m)	(1m)	(1m)	(1m)	(1 m)	(1m)	(1m)	(1m)	(1m)	(1m)	(1m)	(1m)	(1m)	(1m)
1 監色植物	悉編	Microcystis aeruginosa*				200			300		1,000		5, 800	4,400	5, 400	10,800	12,000
2		Woronichinia naegeliana*														1, 800	2,400
3 渦鞭毛植物	渦鞭毛蘂	Ceratium hirundinella	600	200	3,600	21,600			800				4,800	957,600	295,200	28,800	248,400
4		Peridinium bipes												400		1, 200	6,000
цņ		Peridinium sp.	1, 200	100	600	32,400	6,000	4,800		200	400	100	200		600	4,800	3,600
6 不等毛植物	黄金色藻	Dinobryon bavaricum			600								800	3, 600	3, 600	1, 200	2,400
7		Dinobryon divergens	7,200	9,600	214, 800	205, 200	4,800		30, 400				2, 800	13, 200	12,600	27,600	14,400
8		Dinobryon sertularia	11, 913, 600	2,404,800	80,400	2,400							5,400	43, 200	18,000	13, 200	16,800
6	建藻	Cyclotella stelligera			2,400	3, 600		800	800		2,400	4,200	009		10,800	111,600	43,200
10		Cycolotella sp.		800	31,200	26,400	1,200	16, 800	34, 400	109, 200	37,200	31, 800	3,000	10, 800	100, 800	176, 400	140,400
11		Cycolotella spp.						40.0							5, 400	9,000	7,200
12		Aulacoseira ambigua	6, 415, 200	1, 802, 400	7,455,600	3, 002, 400	445,200	15, 200	584, 800	10, 800	514, 800	25, 800	74,400	32, 770, 800	82, 771, 200	134, 121, 600	141, 033, 600
13		Urosolenia eriensis															1,200
14		Urosolenia longiseta														009	600
15		Asterionella formosa	1,298,400	1, 543, 200	4, 150, 800	1, 576, 800	8,400	1,600	1,600	800	4,800	3,000	1,200	4,800	27,000	82,800	75,600
16		Fragilaria crotonensis														1, 800	
17		Fragilaria sp. (単体)				8, 400							1,200	73, 200	232, 200	154, 800	338,400
18		Fragilaria spp.	9,600	1,600	8,400	20,400		800	7,200		600				12,000	2,400	9,600
19		Synedra acus		400	1,200	1, 200	1,200		800						3, 600	1, 200	3,600
20		Tabellaria fenestrata	4,800	6, 400	22, 200	30, 000		40.0	300	200							
21		Tabellaria flocculosa	7,200	5, 600	7,800	19, 200		40.0	200						6, 600	2,400	
22		Achnanthes sp.		400	1,200									400	900	1,800	
23		Cymbella spp.		400	600		200								3,600	3, 600	1,800
24		Gomphonema sp.													900		
25		Navicula spp.	1, 200	400		600			400					800	3,600	7,200	1,800
26		Nitzschia spp.		800	2,400	1,200			400						1, 800	3, 600	3,600
27 緑色植物	機葉	Oocystis sp.										2,400					
28		Quadrigula sp.										1, 200					
29		Scenedesmus quadricauda								400							
30		Scenedesmus spp.									400					909	
31 不明		unidentified alagae								32, 400							
	合計(細肚	包/全量)	19, 659, 000	5, 777, 100	11, 983, 800	4, 952, 000	467,000	41, 200	662, 400	154, 000	561, 600	68, 500	100, 200	33, 883, 200	83, 515, 800	134, 770, 800	141, 966, 600
	沈殿量(m1/全量) 1	サンブル 容量=10m1	0.5	0.6	0.5	0.5	1.0	2.8	1.8	0.6	5.0	1.0	1.6	1.3	3.7	4.8	5.5
	サンブル	容量(m1)	103	3, 159	2,190	1, 365	2,120	1, 120	1,620	720	1, 360	665	547	1,040	1, 517	780	630
	曳航距)難 (m)	200	8, 930	8, 066	9,071	8,377	2,700	8, 455	4,000	9, 894	4, 280	9,920	6, 960	13, 300	6, 920	6,000
	東南京	能(1)	14, 130	630, 905	569, 863	640, 866	591,835	339, 120	597, 346	502, 400	699, 011	537, 568	700,848	491, 724	939,645	488, 898	423,900
	プランクトンネ	ドットの目合い	NXX13	NXX13	NXX13	NXX13	NXX13	NXX7	NXX13	NXX7	NXX13	NXX7	NXX13	NXX13	NXX13	NXX13	NXX13
	プランクトンネ	ットの優先稙	データ無し	ΡΡ	ЪР	ΡΡ	ZP	ZP	ZP	ZP	ZP	ZP	ZP	ΡΡ	ЪР	ЪР	ЪР
	水分量	截 (%)	データ無し	97.3	93.0	93.8	97.2	97.9	95.9	97.4	93.6	96.9	94.0	92.0	87.6	87.3	87.9
	Cs-137濃度 (b	iq/kg)・湿重量	データ無し	11.5	56.0	20.3	11.3	7.3	8.6	7.4	12.1	7.7	7.2	17.3	104.7	107.1	82.5
	Cs-137濃度 (b	iq/kg) ・乾重量	データ無し	425.9	799.3	325.5	398.6	339.7	210.8	290.2	188.2	245.1	119.9	217.3	842.8	843.1	684.1

表(3)-1. 植物プランクトン組成



図(3)-13. 沈澱トラップ(左図:沿岸域用、右図:湖心 6m 用)



図(3)-14. 沈澱量の季節変化(左図:係留1日、右図:係留2週間)

4) 粒度分布調查

粒度分析を行う LISST-100X の外観(図(3)-15,16)を示した。その機器を使って、採水した湖心 の湖水を持ち帰って水深別粒径-体積濃度の関係を測定した。水深毎に含まれる植物プランクト ンの種類や大きさに関係して、粒径分布が変化することが見られた。赤城大沼の表層と流出河川 の粒径分布は、74.5μmをピークとする大型有機態凝集粒子が少ないために植物プランクトンと思 われるピーク(14.2~23.4μm)が明確である。流出の粒径分布の形状は湖心と相似であったが、 湖心よりも高い体積濃度になっていた。図(3)-17には流入河川と流出河川の粒径一堆積濃度との関 係(左図)、湖心の粒径一堆積濃度との関係(右図)を示した。5月と比較して6月の台風後には 小さな粒径分布になっていた。5.27~12.1μmの間はほぼ同じくらいであった。ピーク粒径は、底 層近くの水深17mでは38.4μmであったが、水深15mでは32.5μmと減少した。この変化は次の 仮説が想定される。A)再懸濁説: 再懸濁する小さい粒子は少なく、大きな粒子(32.5~38.4μm) が再懸濁した結果。植物プランクトンのピーク(14.2~23.4μm)は隠れ、その粒径範囲にわずか なゆがみである。B)土壌粒子流入説:流域からの微細な土壌粒子の混入による懸濁。総合的な結 論には更なる台風時の流域からの流入水の追跡調査が必要である。図(3)-18には水深と体積濃度と の関係(左図:粒度別、右図:地点別)を示した。10月の水深10-12m付近にはどの地点でも同じ ようなピークが見られ、その原因を作っているのは5μm未満の粒子と推察できる。 図(3)-19には沿岸定点における粒径と体積濃度との関係(左図)、体積濃度の時間変化(右図)を 示した。図のようなLISST-100Xの架台設置し、時間変化を見たところ、40分にはLISST-100Xの 架台設置による底泥の撹乱と見られた懸濁粒子が多かったが、700分後の10/063:30には、ピーク 粒径 87.9µm、1000分後の10/068:29にはピーク粒径 87.9µmが見られた。粘土粒子分は、600 分後くらいまでほぼ一定で、その後減少していた。1000分後では、粘土粒子分が大きく増加(0.40 →1.58µL/L)していた。湖底上には浮遊している大型凝集態粒子は多く存在するが、浮遊してい る粘土粒子分はほぼ一定であり、湖底の泥に含まれる粘土粒子分が浮遊するのにはある程度に大 きな外力が必要と思われた。1000分後では、かなり乱流が発生していたと思われた。同時期に電 磁流速計による計測結果には流速を伴う大きな攪乱はなかった。以上のことから、この懸濁粒子 は大型の魚類(例えばコイやイワナなど)による遊泳による攪乱と思われ、平穏な時期でもある 程度の底泥の巻き上げは起こると推定された。



図(3)-15. LISST-100Xの外観(左図)と湖心の水深別粒径-体積濃度の関係(右図)

LISST-100X で測定した赤城大沼の各水深におけるセストンの粒径分布(2012 年 8 月と 2013 年 3 月)を図(3)-20 に示した。夏期の成層期には一次粒子として 5.3 µ m の粒子、植物プランクトン として 12.1 µ m の粒子が見られ、三次粒子として 63.1-87.9 µ m の粒径の粒子がピークを作ってい た。冬期の雪氷下の成層期には、水深 2-12 m に一次粒子として 6.0 µ m の粒子があり、二次粒子と して水深 1~12 m に 43.9 µ m の粒径粒子が存在し、冬期は約 1/10 の濃度であった。



図(3)-16. 粒度組成の分析器(LISST-100X)



図(3)-17. 流入河川と流出河川の粒径一堆積濃度との関係(左図)、湖心の粒径一堆積濃度との関係(右図)



図(3)-19. 沿岸定点における粒径と体積濃度との関係(左図)、体積濃度の時間変化(右図)



図(3)-20. 赤城大沼の各水深におけるセストンの粒径分布(2012年8月と2013年3月)

5) 摂餌実験と安定同位体比調査

ワカサギが生きたタマミジンコを食べる様子を強い照明で明るくし、ハイビジョンカメラと、 ハイビジョン規格のハイスピードカメラを用いて撮影した。口をあけ(えらぶたから、水を排出 して)タマミジンコを飲み込む様子が観察された。ワカサギと動物プランクトンの付着したサイ ハを示した(図(3)-21)。ワカサギは動物プランクトンを目視し選んで摂餌している事がわかる。 その際、大型の懸濁粒子(底泥の粘土粒子、植物遺体、大型の植物プランクトン)が図(3)-21のよ うなサイハに捕集され食物として食される可能性がある。実際のワカサギの胃内要物の解析が重 要となる。

生物サイクルを含むワカサギの食物連鎖による Cs 生物濃縮メカニズムを明らかにするため、動植物プランクトン、底生動物および魚類の窒素・炭素安定同位体比を測定して、食物網を明らかにし食物からの Cs の移行量を推定するためサンプルを調整した。



図(3)-21. ワカサギと動物プランクトンの付着したサイハ

動植物プランクトン、底生動物および魚類の窒素・炭素安定同位体比と Cs 濃度

底質表層および魚類の窒素・炭素安定同位体比を図(3)-22 に示した。ワカサギの窒素安定同位体 比は約9%で、ヨシノボリ、ウグイ、オイカワとそれほど違いはなかったが、底質の窒素安定同位 体比とはかけ離れており、直接底泥を摂食する可能性は低いと考えられた。ワカサギの炭素の同 位体比は他の3魚種より軽くなっており、植物プランクトン由来の炭素を起源とする食性である ことが推察された。



図(3)-22. 底質表層および魚類の窒素・炭素安定同位体比

底質の再懸濁由来の餌からワカサギへ移行する仮説

ワカサギの Cs 濃度が高く維持され、沿岸の浅瀬が再懸濁して約5倍の見かけ上の堆積量があり、 その Cs 濃度も高いことから、当初底質の再懸濁由来の粒子が誤って餌としてワカサギへ移行する 仮説を立てた。調査の結果、安定同位体比による解析から底泥と著しい違いが窒素安定同位体比 に見られたこと、ハイスピードカメラによるビデオ映像観察から一旦摂食した大型粒子は食物で ないと判断してはき出したことから直接に底泥粒子を摂餌している事は考えにくい。したがって 底質の再懸濁由来の餌からワカサギへ積極的には移行していないと考えられた。

胃内容物解析による食物網の解明とワカサギの食物連鎖による Cs 生物濃縮メカニズム

図(3)-23. にはワカサギの胃内容物と模式図を示し、図(3)-24. にはワカサギの胃内容物の顕微鏡 写真を示した。ワカサギの胃内容物には動物プランクトンの卵やその分解された体が見られ、動 物プランクトン食であることが明らかである。一方、それ以外にも緑色した微細藻類や長い珪藻 が見られた。緑色した微細藻類は紫外線を当てると蛍光を発する生きた細胞であることが判明し た。このことは、動物プランクトン以外にも、その動物プランクトンの胃内容物として未消化な 微細藻類を取り込んでいることになる。大型の群体を作る藍藻類、長い珪藻は動物プランクトン の餌にはなり得ないことから、直接ワカサギが長い珪藻を選択したか動物プランクトンを摂食す る際に誤飲したと考えられた。先の同位体比分析から他魚種より軽い炭素の同位体比を示したこ とを考え合わせると、ワカサギの餌として間接的・直接的に植物プランクトンは重要な位置を占 めていると考えられた。



図(3)-23. ワカサギの胃内容物と模式図



図(3)-24. ワカサギの胃内容物

6) 放射性セシウム堆積分布調査

図(3)-25 には沿岸部の放射性セシウムの蓄積濃度(2012 年 8 月)を示した。沿岸域の底泥に含 まれる放射性セシウムは湖心の底泥に比べて少ないが、場所による偏りが見られた。特に高いの は、キャンプ場下、赤城神社の北、覚満淵川河口、赤城少年自然の家の南、武蔵大学寮の北であ った。低いのは底泥が礫質で有機物量が少なく粘土粒子の量が少ないためと考えられた。これら の放射性セシウムの分布偏りを明らかにするために、集水域での蓄積量にも同様の偏りがあるか を確認するため、登山道における空間線量の測定と流路図の作成を行った。その結果は、図(3)-26 に示した。赤城大沼の集水域と仮想の表層流路図上には、空間放射線量が高いいわゆるホットス ポットが3ヶ所認められた。地蔵岳中腹、薬師岳中腹、黒檜山の中腹の何れも標高1500mであっ た。当時の積雪の状態や風向きによる放射性セシウムが偏って蓄積したと考えられ、その下流に 流路に沿って流れ込んだものと推定された。



図(3)-25. 沿岸部の放射性セシウムの蓄積濃度(2012年8月)



図(3)-26. 赤城大沼の集水域と仮想の表層流路図

7) 渓流からの流砂による Cs 量の把握

赤城大沼の流入河川は覚満川のみであるが、集水域の一部でしかない。約7割は地下水もしく は湧水起源とされている(近藤・濱田,2009)。台風や大雨による洪水時には、Csを含む濁水が表 層を流れて通常の涸れ沢から流入すると想定される。そこで、流入量の多いと考えられた涸れ沢 に流砂トラップを10ヶ所に設置(図(3)-27)して、洪水後に8個回収した(図(3)-28)。



図(3)-27. 流砂トラップの配置図



図(3)-28. 流砂トラップ及び内容物の写真

図(3)-29 には流砂に含まれていた放射性 Cs の濃度を示した。平均して約 1200 Bq/kg の土砂が台風
時には流入すると定性的に見積もられた。各流入は流域面積と覚満川の流域との比較によって流入量を半定量的に見積もることは可能である。粒径の大きい石や砂は湖岸近傍に堆積するが、細 粒分は湖内に拡散して再堆積すると予想される。



図(3)-29. 流砂の放射性物質量

8) 放射性セシウム堆積分布調査

底泥に堆積した Cs の存在量を明らかにするため、エックマンバージ採泥器を使って沿岸周辺の 湖底から底泥を採取し、採泥器中央の表層 5cm のコアサンプルを得た。また、大沼における底泥 の放射性 Cs のインベントリーを明らかにするため図(3)-11 の地点で、2013 年 2 月と 8 月に底泥コ アサンプリングを行った(図(3)-13)。

図(3)-14 には、湖心での堆積量の見積(インベントリー)を示す。湖心でも底質は大変不均一で、 平均して 3 万 Bq/m²が存在していた。湖沼全体で 26.1 GBq の放射性の¹³⁷Cs が底泥に存在してい た。⁴⁰K はどのコアも同じように検出されていることから、表層のサンプリング不具合ではなく放 射性物質が不均一に堆積したものと推察された。



図(3)-30. 赤城大沼の底質コア採取地点



図(3)-31. 底泥コアの物理化学的性質(2013年2月)



図(3)-32. 底泥コアの放射性物質量(2013年8月)

9) 土地利用解析

赤城大沼とその集水域(図(3)-31)に2011年3月15日に飛来した放射性物質は赤城大沼とその 集水域の地形(図(3)-32)に沿って流れ込んだ。当時は、積雪があると考えられ、その有無によって 流下の仕方が夏期と異なることが想定される。そこで、過去のランドサット画像23シーンを入手 して NDSI(正規化積雪指数)の解析を行った。また、震災直前の2011年3月12日の RapidEye 画像を入手し同様の正規化積雪指数の解析を行った。



図(3)-33. 赤城大沼とその集水域



図(3)-34. 赤城大沼とその集水域の地形図(赤:集水域界、水色:仮想の流路図)

その結果、赤城山の各山頂には通常積雪が見られ、大沼と小沼も雪氷で覆われていることが明 らかになった。一方、風の通り道になる場所や南斜面には積雪が見られないことも多かった。 2011 年 3 月の RapidEye 画像から多くの場所は積雪で覆われ、ごく一部の場所では積雪が少ない事 が解った。2011 年当時の放射性物質は積雪面と土壌に直接降下したことがあると推定された(図 (3)-35,36)。そこで、赤城山地蔵岳の一ラインの5ヶ所で空間線量と土壌採取による放射性物質 の蓄積量を見積もった。標高約 1500m 付近の積雪が少ない場所には、いわゆるホットスポットを 形成し、2012 年 10 月には¹³⁷Cs で 15 万 Bq/m² あり、2013 年 5 月には 10 万 Bq/m² に下がっていた (図(3)-37)。約半年で約 2 割が流下して元の場所から無くなったと考えられた。



図(3)-35. 正規化積雪指数(過去のランドサット 23 シーンを元に作成)

10) 水文解析により大沼の Cs 物質収支

水文解析により大沼の Cs 物質収支を計算した。図(3)-38 に赤城大沼の月別流出量(2012年~2013 年)を示した。赤城大沼用水から 5 月から 9 月まで人為的に放水がされ、2012年には 389万m³/ 年、2013年には 264万m³/年が放水されたと推定される。表(3)-2には水深別の放射性物質濃度の 平均値を示した。平均して 0.115 Bq/Lの¹³⁷Cs が存在しており、年間の流出量を掛け合わせると、 2012年には 4.5×10⁸ Bq/年(0.45 GBq/年)、2013年には 3.0×10⁸ Bq/年(0.30 GBq/年)の¹³⁷Cs が放 流されたと推定された。湖全体(26.1 GBq)からすると年間約 1.7%(2012年)と 1.1%(2013年)が大 沼から消失したと推定された。

2012年の湖沼沈殿物と沈殿物の Cs フラックスを図(3)-39. に示した。6月の湖沼循環期には沈殿 物量が5g/m²/day あり、夏期の成層期には低下してg/m²/day、秋の循環期には最大の14g/m²/day に なった。水深 6m と水深 14m で観測した結果はほぼ同じであったことから上層の光合成有効層で の生物生産に比例して枯死した動植物プランクトンが凝集沈殿したものと考えられた。年間を通 じて 2012年には1476g/m²/年の沈殿物があり、2013年には1079g/m²/年の沈殿物があった。浅場で は 2013年には4169g/m²/年があって約4倍の蓄積が見かけ上あったが、再懸濁によるものである。



図(3)-36. 正規化積雪指数(2011年3月の RapidEye 画像を元に作成)



図(3)-37. 赤城山地蔵岳における放射性 Cs のインベントリー



図(3)-38. 赤城大沼の月別流出量(2012年~2013年)

表(3)-2. 水深別の放射性物質濃度(平均)

水深(m)	可溶態 ¹³⁷ Cs (0.45µm濾過)Bq/L		粒子態 ¹³⁷ Cs Bq/L			バルク Bq/L			
15	0.068	±	0.003	0.068	±	0.006	0.136	±	0.005
8	0.039	±	0.002	0.074	±	0.004	0.113	±	0.003
0	0.015	±	0.001	0.085	±	0.003	0.115	±	0.003

年月日	流出量m ³ /month	流出量 m³/year	放射能流出量(Bq/year)
2012/1/1	38,676	3891249	447,493,594 (4.5*10^7)
2012/2/1	34,933		
2012/3/1	38,676		
2012/4/1	37,428		
2012/5/1	325,654		
2012/6/1	634,971		
2012/7/1	1,100,100		
2012/8/1	1,041,132		
2012/9/1	524,897		
2012/10/1	38,676		
2012/11/1	37,428		
2012/12/1	38,676		
2013/1/1	38,676	2641127	303,729,610 (3.0*10^7)
2013/2/1	34,933		
2013/3/1	38,676		
2013/4/1	37,428		
2013/5/1	329,585		
2013/6/1	654,627		
2013/7/1	565,457		
2013/8/1	706,980		
2013/9/1	119,984		
2013/10/1	38,676		
2013/11/1	37,428		
2013/12/1	38,676		
2014/1/1	38,676		
2014/2/1	34,933		
2014/3/1	38,676		

表(3)-3. 赤城大沼の赤城用水からの月別流出量と放射性¹³⁷Csの流出総量

2012年の沈殿物に含まれる放射性¹³⁷Csの量は、6月の循環期には約69Bq/m²/day 夏期の成層期 にやや下がり、秋の循環期に最大で206 Bq/m²/dayとなった(図(3)-39)。赤城大沼の湖岸周辺の 沈殿物に含まれる放射性 Csの量を測定した。8月8-9日、8月21-22日、10月4-5日の浅場の¹³⁷Cs 沈殿量はそれぞれ1070,340,653 Bq/m²/dayであった。再懸濁によるため見かけ上湖心の沈殿量よ りも大きくなっていた(図(3)-40)。

11) 底泥の移動シュミュレーション

台風による風波で引き起こされた底泥の移動シュミュレーション(図(3)-41:2013 年 9 月)と(図 (3)-42:2013 年 10 月)を行った。計算手法は、豊田ら(2003)と基本的に同様であるが、吹送波の算 定に用いる水深は赤城大沼の平均水深といわれる 9.1 m とし、波浪推定地点の実水深に対する浅 水・砕波変形を考慮して補正した。吹送流場は準 3 次元での計算とし、鉛直方向に 1 m 間隔で層 分割(ただし、15 m~最大水深は同一層)。底泥の巻き上げフラックス E=M(τ/τe-1) におい て、τeには豊田ら(2003)と同じ 0.05 Pa としたが、M は大きめに設定し、0.2 g/m²/s とした。検討 対象とした強風イベントは、Case 1:2013 年台風 18 号(2013 年 9 月 16 日 1:00~9 月 18 日 23:00 : 70時間)風速最大時の風向:南東→ 9月18日に採水調査があった。Case 2 として、2013年台風 26 号(2013年10月16日1:00~10月18日0:00 :47時間)風速最大時の風向:北西とした。



図(3)-39. 湖沼沈殿物と沈殿物の Cs フラックス(2012年)



図(3)-40. 赤城大沼の湖岸周辺の沈殿物の放射性 Cs の量

その結果、台風 18 号による風波で引き起こされた底泥の移動シュミュレーション(2013 年 9 月)では、表層は南東の流向が起こり、北西の湖面が乱れて底層の流れが北西から南東へ 2 筋の 濁水が移動したことが計算された。一方、台風 26 号による風波で引き起こされた底泥の移動シュ ミュレーション(2013年10月)では、北西の風によって北西方向の表層に流れが生じ、南東の沿 岸が乱れて底層には北西に向かう濁水が計算された。何れも、風が止むと直ぐに流れが収まるた め底層の濁水の移動は長くは続かない事が解った。大型の台風が赤城山周辺を通過することで周 辺部の底泥は乱され Cs を含む細粒粒子は再移動するであろう事は予想された。



図(3)-41. 台風による風波で引き起こされた底泥の移動シュミュレーション(2013年9月)



図(3)-42. 台風による風波で引き起こされた底泥の移動シュミュレーション(2013年10月)

12) 大沼底質と湖水の実験水槽実験

課題として、懸濁した底泥をワカサギは食べるか?そのためには1)飼育実験、2)水槽~現 場での撮影が必要と考えられる。また、ホットスポットからの流入は続くか?については3)流 砂トラップの設置、4) 3.15 のイベントを模した安定 Cs 散布実験による検証実験が有効であると 考えられる。

今後の対策はどうするか?そのため、対策効果と残留と流出の割合については、定量的に解明し て行く必要がある。その時想定されるシナリオとして次の4つが想定できる。

A)	なりゆきシナリオ	・予測
B)	浚渫による除去・除染の効果	 ・予測 ・5)費用の試算

- ・6)隔離水界による効果・生態系影響実験

C) ゼオライト等の添加による封じ込め

- D) K、安定 Cs の添加による希釈効果 ・7) 隔離水界による効果・生態系影響実験

非汚染地域からのワカサギの受精卵を使って、接種、飼育、観察することが実際の湖沼生態系 を把握する事には重要である。しかしワカサギは狭い環境である水槽で長期的に飼育することは 困難であった。そのため、プランクトン食の代用生物として実験用ヒメダカ(NIES 系統)を用い て実験した(図(3)-43)。



図(3)-43. 70Lの隔離水界水槽と底泥

13) 底質攪拌再懸濁区·非攪乱区·底質除染区実験

実際に湖沼で起こっている底泥再懸濁仮説の証明、適応策として Cs と同族元素であるカリウム や安定 Cs を拮抗剤として実験区に加えた(図(3)-43)。また、安全性のある無機物質であるゼオ ライトを加えて底質攪拌再懸濁区・非攪乱区・底質除染区実験とした。その結果(図(3)-44、45)、 何れの区でも底質設置 1ヶ月後に藻類由来のクロロフィル a 量 10µg/L を示した。その後各処理を 施行したところ、カリウム添加 100 ppm 区では実験区の藻類は増加せず、対照区に比べても低か った。一方、安定 Cs の添加 100 ppm 区では藻類の増加をもたらした。攪乱区やゼオライト添加区 は対照区との違いはなかった。この実験条件程度では、攪乱やゼオライトには生態系への影響は 認められない。カリウム添加は藻類が予想より減少し貧栄養湖化し、安定 Cs 添加すると藻類が増 加して富栄養化する懸念があることが判った。今後、溶存態と懸濁態の Cs がどうなるかを検討が 必要である。



図(3)-44. 隔離水界実験における微細藻類(クロロフィル a 量)の発生の処理間比較



図(3)-45. 隔離水界実験における微細藻類のクロロフィル a 量の時間変化

5. 本研究により得られた主な成果

(1)科学的意義

これまでに意義が不明であった積雪時に降った放射性セシウムの集水域からの流出率に関して 初めて明らかにした。閉鎖性の高い湖沼における動植物プランクトンの種組成、分布、沈殿量等 を2年間にわたり高い測定精度で観測したことにより閉鎖性湖沼にとって流入する放射性セシウ ムや底泥に溜まっている放射性セシウムよりも、動植物プランクトンや懸濁物に含まれる易分解 性の放射性セシウムの内部循環がワカサギの放射能汚染濃度が低下しない主な原因であることが 定量的に明らかとなった。

(2) 環境政策への貢献

易分解性の放射性セシウムの内部循環がワカサギの放射能汚染濃度が低下しない主な原因で あることを地元住民に科学的に理解してもらい、今後の対応策について検討する方向性を示した。

<行政が既に活用した成果>

特に記載すべき事項はない。

<行政が活用することが見込まれる成果>

易分解性の放射性セシウムの内部循環がワカサギの放射能汚染濃度が低下しない主な原因であ ることから、底泥の除染はワカサギの放射能レベルを下げる手段としては問題があること、閉鎖 性の高い湖に一般的に処方しうる適応シナリオについての判断基準となる。

6. 国際共同研究

特に記載すべき事項はない。

7. 研究成果の発表状況

(1)誌上発表

(1) 誌上発表

<論文(査読あり)>

特に記載すべき事項はない。

<その他誌上発表(査読なし)>

特に記載すべき事項はない。

(2) 口頭発表(学会等)

- 1)角田欣一、相澤省一、森 勝伸、齋藤陽一、小崎大輔、小池優子、阿部隼司、伏見紅季、鈴 木究真、久下敏宏、泉 庄太郎、田中英樹、小野関由美、野原精一、薬袋佳孝、長尾誠也(2013) 福島第一原子力発電所事故による赤城大沼を中心とする群馬県の放射性セシウム汚染について。 第14回「環境放射能」研究会。つくば市。
- 2)野原精一、角田欣一、相澤省一、板橋英之、森勝伸、鈴木究真、久下敏宏、松岡栄一、田中 英樹、泉庄太郎、薬袋佳孝(2013)赤城大沼における福島第一原発事故による放射性物質汚染の 実態。日本陸水学会第78回大会。大津市。
- 3)小野関由美、野原精一(2014)赤城大沼における放射性セシウムの推移 ワカサギは何を どの様に食べているか?-。第18回ワカサギに学ぶ会。土浦市。2014年1月。
- 4)角田欣一、相澤省一、森 勝伸、齋藤陽一、小崎大輔、小池優子、阿部隼司、伏見紅季、鈴木究真、久下敏宏、泉 庄太郎、田中英樹、小野関由美、野原精一、薬袋佳孝、長尾誠也(2014) 福島第一原子力発電所事故による赤城大沼を中心とする群馬県の放射性セシウム汚染について (第2報)。第15回「環境放射能」研究会。つくば市。
- 5)野原精一(2014)河川・湖沼生態系の放射性物質の汚染と移動。第61回日本生態学会。広島 市。
- 6)野原精一(2014)湖沼生態系での環境放射性物質のストックとフロー。日本地球惑星科学連 合第14回大会。横浜市。

(3) 出願特許

特に記載すべき事項はない。

(4) シンポジウム、セミナーの開催(主催のもの)

特に記載すべき事項はない。

(5) マスコミ等への公表・報道等

特に記載すべき事項はない。

(6) その他

特に記載すべき事項はない。

8. 引用文献

特に記載すべき事項はない。

(4) 放射性セシウムの汚染の将来予測

武蔵大学

人文学部 基礎教育センター

藥袋 佳孝

平成24~25年度累計予算額:2,016千円

(うち、平成25年度予算額:1,000千円)

予算額は、間接経費を含む。

[要旨]

サンプリング計画の立案、放射性セシウムの分布状況の把握、将来予測の3点について研究を展 開した。それぞれ、全体としての研究プロジェクトの進行における初期段階(準備段階から予備調 査)、中間段階、発展段階にほぼ対応している。

サンプリング計画の立案では、赤城大沼の物質循環の概略を想定し、放射性セシウムの動態を 予測した。大沼周辺の地理的特徴とセシウムの化学的性質から判断して、サンプリングの対象、 地点、時期、頻度などについての計画を策定した。各サブテーマの目的設定や専門性を考慮して、 ガイドラインとして最低限共有し得るサンプリング情報と位置づけた。

放射性セシウムの分布状況の把握では、各サブテーマで得られた放射性セシウムについての具 体的なデータを把握し、それぞれのデータの意味合いについて、地球化学・放射化学の立場から 検討を加えた。放射性セシウムが赤城大沼地域でどのように分布しているかについて、各サブテ ーマの担当者とともに検討を加えた。また、年単位の比較的ゆっくりとした変化と季節変化など のより早く変化し得る要因を判別する点にも留意した。地球温暖化対策技術の評価に際しては、 国際的に受け入れられうる技術であり、かつ、発展途上国においても利用可能な技術であること が重要である。

将来予測については、赤城大沼の湖水中の放射性セシウム濃度がワカサギなどの水生生物中の 放射性セシウム濃度の決定要因であるとの位置づけから、今後の変化について検討した。本研究 全体で得られた放射性セシウム濃度の2年間の変化から、帰納的に将来予測を試みた。しかし、観 測期間が短すぎることから、降水等による希釈効果を取り入れた将来予測モデルを組み立てた。

[キーワード]

放射性セシウム、モデリング、サンプリング、湖水、淡水魚

1. はじめに

赤城大沼、覚満淵、小沼が位置する赤城山カルデラは、放射性核種による汚染が発生する以前 から、当グループにとっては科学教育・環境教育に関するフィールドワークの場であった。夏季 に限定されていたが、この十年余り、物理学、生物学担当の教員とともに、赤城大沼に面した大 学の寮を足場として、自然観察に関する大学教養課程レベルの集中実習を展開した。気象観測、 地形観測、水質検査、植生観察、地学巡検などの広範な内容で、この経験は、赤城山カルデラ全 体としての地理的特徴を把握する上で、大変有意義であった。 このカリキュラムは2011年ごろから植生観察を中心とした内容に縮小したが、その夏から社会 的に注目されることとなったのが、大沼の放射能汚染問題である。ワカサギの放射性セシウム濃 度が当時の食品に対する暫定安定基準を越えたことに端を発し、福島県の隣県である群馬県への 放射能汚染の広がりに対しても社会的な関心が寄せられることとなった。

放射化学・地球化学の専門家としての見方を加えると、赤城大沼は放射性セシウム汚染の空間 的分布とその経年変化を予測する上での絶好のフィールドと考えられた。地理的特徴が明確であ ること、交通アクセスが良好であること、地域を代表する研究機関が研究を推進する体制が整っ ていることなどの理由が挙げられる。それ以上に重要なのは、他の山岳に位置する湖沼系でも同 じような機構で放射性核種が移動している可能性があることであった。すなわち、赤城大沼での 研究成果は、他の福島県や群馬県の山岳地帯に点在する湖沼系などに一般化し得る可能性がある ということである。さらには、FDNPPに限定することなく、国際的な成果の活用の可能性も念頭に 置いて研究開発を進めることとなった。

2. 研究開発目的

当サブテーマは、他のサブテーマが実施する実試料にベースを置いた研究開発とはやや別の観 点に立脚している。まず、研究開発全体の初期段階にあっては、サンプリング計画の立案が主な 目的となった。前項でも記した通り、フィールド全体の状況をある程度詳しく知る立場にあった。 このため、全グループに共通するサンプリング計画の概略を他グループと協力して、まず作成す ることとした。これには、地理的特徴の把握以上に、対象とする放射性核種の環境挙動に対する 化学的予測が重要である。フィールドで起こり得る現象を予想し、その条件下で、対象核種がど のような挙動をとるかを予測する。これに基づいてサンプリング計画は立案される訳で、放射性 核種の地球化学的モデリングの基本構造も同時に意識されることとなる。

全体の研究開発が進行し、実試料についてのデータが出て来た段階にあっては、サンプリング 計画は修正の段階となり、むしろ、放射性セシウムの分布状況の把握についてのとりまとめが重 要となる。空間的な分布については、ある程度、適当な情報が集積されてきているのだが、時間 的な変化について議論するにはデータが不足している段階である。湖沼系にあっては逆転層の生 成も含めた季節的な変化があることから、経年的な中長期の変化と四季の変化に対応づけられる ような変化とを区別する必要がある。実試料の分析データだけでは解釈が難しい時に、全体をと りまとめながら次のサンプリング計画の立案に協力した。

全研究開発のとりまとめの段階では、将来予測に集中した。特に、赤城大沼の湖水中の放射性 セシウム濃度がワカサギなどの生物中の濃度を決定する重要な因子であることから、その将来予 測に重点を置いた。また、地球化学モデル自体についても修正を加え、他の湖水系との比較対照 による現象の一般化の際に注意すべき事項を整理した。

3. 研究開発方法

1) サンプリング計画の立案

赤城大沼周辺の地形、流入水路、湧水、流出水路の所在状況を確認し、水を担体とする物質循 環システムの概要を把握した。赤城カルデラ内には、大沼の他に小沼、覚満淵の二つの湖沼が分 布している。これらの湖沼との位置関係も考慮して、赤城大沼に他の湖沼から放射性セシウムが 水を媒介として移動して来る可能性があるのか、検討した。また、大沼、小沼、覚満淵の湖沼と しての特徴を比較し、水中の放射性セシウム濃度に影響し得る要因を予測した。これらの水系に 関する情報を整理し、サンプリング計画の概要をとりまとめた。

周辺斜面からの放射性セシウムの流入の可能性については、大沼周辺の外輪山や中央火口丘の 地形、登山道周辺の表面土壌の状況、植生などを観察し、これを検証するためのサンプリングに ついて検討した。

2) 放射性セシウムの分布状況の把握

他のサブグループの研究成果に基づいて、放射性セシウムの空間的分布と時間的変化の全体と しての様態を把握した。セシウムの地球化学的挙動についての実験的知見から、赤城大沼の水系 で進行している現象についての物理的化学的意義づけを行った。すなわち、放射性セシウムの分 布状況の経年変化に加えて、その物理的化学的形態についても、化学的モデリングの一環として 捉えることとした。これらの地球化学モデリングの結果に基づいて、サンプリング計画の修正や 最適化についての情報並びに赤城水系での地球化学的事象に関する基礎モデルについての情報を 提供し、全体としての委託研究の推進に寄与した。

3) 将来予測

赤城大沼の水中放射性セシウム濃度の経年変化に着目し、将来の動向について推定した。分析 データを帰納的ないしは回帰的に解析し、放射性セシウム濃度を予測した。実データの取得期間 が最大二年の短期間であるため、高精度の将来予測を行う上では誤差要因が大きい。このため、 分布状況に関する地球化学的モデリングのパラメーターを変動させることで、どのように予測さ れる放射性セシウム濃度が変化し得るのかについても検討を加えた。

4. 結果及び考察

1) サンプリング計画の立案

計画立案の前提として、赤城大沼の特徴を確認した¹⁾。典型的なカルデラ湖であり、周辺の火山 地質を含めて、地質学的なデータが揃っていること。流入水路、流出水路が限定されていること。 福島県や群馬県などの東北南部から北関東にかけての山岳地帯には、様々な湖沼系が点在してお り、放射性セシウム分布についての比較対照が可能なこと。カルデラ内に別の湖沼(覚満淵、小沼) も点在しており、同様に比較対照が可能なこと。このような基本的な特徴を念頭に置いて、注目 すべきサンプリング位置を絞り込んだ。

また、ワカサギに放射性セシウムが到達する道筋についても、セシウムの化学的性質などに基 づく地球化学的挙動の予測を加え、サンプリングの対象となる環境試料の種類を絞り込んだ。

赤城大沼の地理的特徴とセシウムの地球化学的特徴の両面から絞り込まれたサンプリング計画 は次のようになる。食品としての暫定安全基準(2011年8月当時、500Bq/kg)を超えた放射性セシウ ムを含むワカサギが採取された赤城大沼に最重点を置く。赤城大沼からの環境試料としては、ワ カサギ、食餌となるプランクトン、湖水、流出水、流入水、底質を対象とする。大気粉塵につい ては、FDNPP起源の放射性セシウムの降下は終了しており、近傍の山体などからの巻き上げ分のみ となっていることから、サンプリング対象とはしなかった。大沼は流入水路は東側の覚満淵側に 位置し、流出水路は西側の湖尻地区に位置していることから、湖水・プランクトンの採取地点は 東側・湖心・西側の3地点を選んだ。サンプリング地点は各サブグループでの研究の進展に伴い、 増加していくこととなる。

また、水深に対する温度勾配の季節変化によって、湖水は静かに成層を成している時期と上下 方向に対流が発生して、底質の巻き上がりも起こる時期があることが分かっている。このため、 大沼の環境試料のサンプリングは湖水の撹拌状況に注意しながら実施することとなった。湖水の 対流と成層が起こる時期があることは、季節変化及び経年変化を解析する上でも重要なファクタ ーとなった。



図(4)-1 赤城大沼での放射性セシウムの動態(基本モデル)

図(4)-1に、赤城大沼での放射性セシウムの動態解析を目的としたサンプリング計画に関係する 地球化学モデルを示す。FDNPP起源の放射性セシウムは赤城大沼にフォールアウトとして降下した。 直接、湖面に降下した成分は湖水に溶解する。一方、周辺の山林に降下した成分は土壌中の粘土 鉱物などと一部は結合し、その粒子ごと湖水系に流入したと考えられる。また、一部は流入水路 や湧水を経由して、溶存セシウムの形態として湖水中に溶解したとみられる。粘土鉱物などと結 合した放射性セシウムはゆっくりと沈降し、底質に放射性セシウムを不溶性の状態で運搬する。 溶存セシウムの一部も底質との接触により、底質中の粘土鉱物などに吸着・固定化される。これ らのプロセスが非生物過程として働き、溶存セシウム濃度を決定する。

プランクトンや魚類などの水生生物は放射性セシウムを湖水から取り込むので、湖水生態系への放射性セシウムの移行が生物活動とともに始まる。湖水の放射性セシウム濃度は生態系に導入 される全放射性セシウム量を決定する要因となる。プランクトン、ワカサギなどの水生生物の間 では食物連鎖の形で放射性セシウムの移行が起こり得るので、関係する生物種ごとの分析も必要 となる。ただし、全体としての生物の総量は湖水に対して重量の上では圧倒的に小さいことから、 湖水の放射能濃度の決定要因として、生物活動を捉えることは必ずしも適切ではない。このよう な前提(基本モデル)に立脚して、以上の赤城大沼のサンプリング計画は策定された。

覚満淵は沼より高い位置にあるため、二つの湖沼を結ぶ覚満川は大沼への流入水路となっている¹⁾。この位置関係から覚満淵の放射性セシウム濃度は大沼での濃度を決定する重要な因子と考えられた。覚満川に近い区域に水と底質のサンプリング地点を予定した。

覚満淵は、湿原が隣接していることからも分かるように、有機物を多く含む底質が分布してい ると考えられた。腐植酸などの土壌有機物自体は放射性セシウムの吸着能は高くないものの、粘 土鉱物の形でフィロケイ酸塩と複合体を形成する性質がある。雲母などのフィロケイ酸塩はシー ト状のケイ酸塩構造をとり、その相間にセシウムイオンなどのイオン半径の大きい1価イオンを捕 捉する²⁾。このため、大沼の場合以上に放射性セシウムは底質に固定化される可能性が高い。湿原 の一部にメッシュ状にサンプリング点をとり、底質(土壌)を採取して、放射性セシウムがどのよ うな形態で存在しているのか、検討することとした。

小沼はカルデラに発達した中央火口丘の噴火口に水が溜まった火口湖である¹⁾。覚満淵、大沼よ り高度は高いが、はっきりとした流入水路、流出水路は見当たらない。水質は通常の淡水湖のも のであり、伏流水や小規模な涸沢を通じて水は循環している。大沼への水の流入については少な くとも表流水としては考えにくい。このため、あくまでも参考として水・底質をサンプリングす る計画とした。

大沼周辺の外輪山、中央火口丘は過去に崩落を繰り返している。十年のスパンでは相当に大規 模な崩落が発生し、底質に周辺の山土が大量に流入するとみられる。山土中の放射性セシウムの 分布状況を把握するために、登山道周辺にサンプリング地点を定めて、表層土壌を採取すること とした。大沼周辺の山体は異なる時期に噴出した火山性の岩石で構成されており、雲母や粘土鉱 物などの放射性セシウムをよく吸着する鉱物の割合はそれぞれに異なる。このため、サンプリン グ地点は大沼周辺で集水域を形成する全ての山体を対象とした。

山林の樹木が放射性セシウムを留め置き、山土の放射性セシウム濃度の上昇を遅延させるケースがチェルノブイリでは報告されている³⁾。植生に留意しての樹木関連の試料のサンプリングについても検討したが、放射性セシウムの降下が発生した季節が異なることから、この影響は発生しにくいと判断した。赤城山の主な植生は落葉樹で、FDNPPが発生した3月は雪上に放射性セシウムが直接降下するために、葉による吸着保持は起こりにくかったとみられる。

2) 放射性セシウムの分布状況の把握

他のサブグループの観察データおよび実験データを総合的な立場からとりまとめた。それぞれ のグループは専門の立場から高度なレベルの研究を展開しており、それに制約とならないように する一方で、見落とされがちとなりがちな視点からのとりまとめも図ることとした。全体として、 赤城大沼のワカサギ中の放射性セシウムの取り込みの経路を地球化学的な立場から解明し、将来 予測につながるものを見出すこととした。

表(4)-1に、赤城大沼での放射性セシウムの分布状況を推定する上での地理・水文学的ファクタ ーとして、各グループで可能な限り共通に用いてきた数値を挙げる。群馬県に降下した放射性セ シウムの面積濃度については、空間線量率と土壌の放射能濃度から得られた値がマップの形で公 開されているので⁴⁾、これを利用した。5×10⁴Bq/m²を以降の計算では採用したが、マップの読み取 りなどの誤差をはらんでいる。降下放射性セシウムの面積濃度に湖水面積を掛けることで、湖面 に直接降下した放射性セシウムの総量を求めることが出来る。また、集水域全体の面積を掛けた 場合には大沼の集水域全体から供給され得る放射性セシウムの総量を知ることが出来る。後者に ついては、山林に残留している放射性セシウムも含まれることになるので、湖水に流入する可能 性のある放射性セシウムの最大量を与えることになる。

湖水、プランクトン、ワカサギ、底質、流出水中の放射性セシウム濃度は、凡そ、表(4)-2に示 した通りである。表中の値は分析値であるが、それぞれ、湖水、プランクトン、ワカサギ、底質、 流出水の総量をかけることで、各試料に含まれる放射性セシウムの総量を算出することが出来る。 その結果、概数ではあるが、集水域に10¹¹Bq、 底質に10¹⁰Bq、 湖水に10⁹Bq、 プランクトンに10⁷Bq、 ワカサギに10⁶Bqの放射性セシウムが含有されていると推定された。

				,			
湖面標高	最大深度	平均深度	湖水面積	集水域	湖水量	年間流出	平均滞留
m	m	m	km^2	km^2	L	入量 L	時間 yr
1345	17.5	9.1	0.87	4.2	7.8 $\times 10^{9}$	3. 5×10^9	2.3

表(4)-1 赤城大沼の放射性セシウムの分布に関係するファクター1)

表(4)-2 赤城大沼の環境試料の分析結果(Bq/kg)

湖水	プランクトン	ワカサギ	底質	流出水
0.3	300	500	5×10^4	0.3

ワカサギ中の放射性セシウム濃度を決定する要因は、食餌となるプランクトン中の濃度と両者 に共通に影響するとみられる湖水中の濃度である。ワカサギ、プランクトン、水のそれぞれの量 の違いから見て、一次近似としては、ワカサギやプランクトン中の放射性セシウムは水中の放射 性セシウム濃度に影響を与えない。しかし、逆に、水中の放射性セシウム濃度はワカサギやプラ ンクトン中の放射性セシウムの蓄積量を決定する。このため、まず、生物の寄与を考慮しないで ボックスモデルを形成して水中の放射性セシウム濃度を規定する要因を抽出することとした。

赤城大沼西側の流出河川の河口域周辺でのサンプリングにより、放射性セシウムの流出量を求 めることが出来る。すなわち、流出量は、水門の開閉により人工的に制御されているので、既知 である(表(4)-1)。放射性セシウム濃度(表(4)-2)が分かれば、時間当たりの放射性セシウム流出 量が判明する。その結果、1.1×10⁹Bq/yの流出が期待される。東側の流入河川の流水についても、 流入量と放射性セシウム濃度から、ある時間当たりの放射性セシウムの流入量を同様に求めるこ とが出来る。ただし、流入は人工的なプロセスではないので、水の流入量は推定する必要がある。 例えば、流出量から集水域への降水量を差し引いたのが覚満川からの流入量とすることも可能で ある。これらに、放射性セシウムによる汚染の初期値として、2011年春の放射性セシウムの集水 域への降下量の推定値を含めることで、放射性セシウムの経年変化についてのボックスモデルが 完成する。

3) 将来予测

流入水路の流水中の放射性セシウム濃度が極めて低い場合には、降水により徐々に大沼の湖水 が希釈されているとする単純な地球化学的モデルが近似的に成立することになる。東側の流入河 川(覚満川)の流水についての分析結果は大沼の放射性セシウム濃度の1/10から1/3であった。また、 湧水中の放射性セシウム濃度はさらに低いものであった。覚満川からの流入水の総量、湧水から の流入量に不確かさはあるものの、濃度差からみて、降水による希釈の進行に伴い、湖水中の放 射性セシウム濃度が低下していくことが期待される。このように、2011年春の放射性セシウムの 射性セシウム濃度が低下していくことが期待される。このように、2011年春の放射性セシウムの 集水域への降下量の推定値を含めて、赤城大沼への放射性セシウムの流入量および流出量から経 年変化の様子の概略を説明することは可能となった。前年度の研究成果のみでは不明瞭であった が、二年間の湖水のデータを通覧すると、経年変化としての放射性セシウムの減少の傾向がはっ きりと認められた。湖水への放射性セシウムの付加はほとんどなく、降水や流入水による希釈に より、放射性セシウムがゆっくりと減少しているのが、現在の状況と考えられる。

ただし、赤城大沼の放射性セシウム濃度がさらに低下し、流入水路における放射性セシウム濃 度に近づくと、流入水による希釈効果は徐々に失われて来るので、全体としての希釈効果は降水 の湖面への直接の流入に多くを依存して行く可能性もある。

これに対して、ワカサギの放射能については、速く減衰していく成分と、見かけの上で、ゆっ くりと減衰していく成分がみられている。後者を、年周期を持つ成分とすると、これは、水系で の生物活動の消長や赤城大沼の氷結とその融解の年サイクルに起因すると考えられる。すなわち、 放射性セシウムを含むプランクトン骨格が、湖の循環期に湖底より巻き上げられ、これをワカサ ギが捕食して体内に取り込んだとみられる。このため、ワカサギ中の放射能については水中の放 射能濃度のみが関係するわけではなく、水系における水の動きやこれにより運ばれるプランクト ンの移動などの要因が影響することが明らかとなった。

このように、少なくとも溶存態と懸濁態の二種類の化学的様態で、放射性セシウムは湖水中に は存在している。海水系などの鉛直方向の移動距離が長い系の場合には、プランクトンの沈降は 表面海水からの元素の除去過程にしばしば重要な働きを演じるとされる。海洋については、表層 水から速く除去される成分としての懸濁態セシウムとゆっくりと除去される遊離の溶存態セシウ ムが存在するとみられる。赤城大沼の場合には、深度が浅いために底質表層の懸濁態セシウムが 循環期に水系に戻るので、ワカサギが一旦沈降した放射性セシウムを取り込む機会が発生してい ると考えられる。

放射性セシウムが赤城大沼の水系に混入する以前から、非放射性セシウムは湖水中で定常状態 に達していたと考えられる。その化学的形態は、溶存イオン、粘土鉱物のカリウムが占めている サイトを交換、フランクトン骨格への収着などが考えられる。放射性セシウムのフォールアウト としての流入は既に完了しているので、いずれは非放射性セシウムの動態と一致した挙動を示す ことになる。この定常状態に至るまでにどの程度の時間を要するかは、赤城大沼の集水域に残留 している放射性セシウムがどの程度の速度で湖水に移行するか等の要因に依存するとみられる。

以上のように、短期間の観測に基づいての将来予測には限界はあるものの、湖沼系での汚染物 質としての放射性セシウムの挙動について、相当の精確さでの議論が可能になったのも事実であ る。赤城山カルデラの規模や様々な学術研究機関との距離がフィールドワークを継続的に展開し て行く上で適当であったのは、このプロジェクトに参加したメンバーの共通の印象である。また、 覚満淵、小沼という特性が異なる湖沼系も隣接している。今回は放射性セシウムが対象であった が、他の人工的な汚染物質の湖沼系での挙動をモデル化する際にも、適切な実験系・観察系とし て機能するものとみられる。

5. 本研究により得られた成果

(1)科学的意義

赤城大沼の湖水中の放射性セシウムの汚染プロセスを、その空間的分布と時間変化から解明 した。現象論的な変化に留まらず、セシウムの地球化学的性質に基づいた考察が加えられ、汚 染状況などが異なる他の湖沼系でも成立する通則に準じた考え方を把握した。

(2)環境政策への貢献

<行政が既に活用した成果>

特に記載すべき事項はない。

<行政が活用することが見込まれる成果>

放射性セシウム濃度の将来予測は、ワカサギなどの漁獲と関連するので、重要である。当面は、 放射能濃度の分析誤差を的確に評価した上で、実測値を適用することになるにしても、予測値 は中期の見積もりを考える上での基礎となる。

今後、学会発表や論文発表の他に解説に重点を置いた一般向けの文書を用意し、これらを通 じて、成果の広報・普及に努める。

6. 国際共同研究等の状況

計画段階であるが、2プランを進めている。一つは、セシウム-137などの放射性核種の湖水系 での動態について、米国ワシントン州立大学化学科クラーク教授・ウォール准教授らとの国際 共同研究。両教授のグループは同州パシフィック・ノースウェスト国立研究所とともにハンフ オード周辺の放射能汚染についての研究を展開している。米国における原子力エネルギー利用 に関わる環境放射能研究、処理処分研究の第一人者である。なお、両教授とは20年来の友人で もあり、サバティカルの際に滞在研究の機会も得ている。

もう一つは、ウクライナ共和国オデッサ国立工科大学の核・原子力グループマズレンコ教授 らとの共同研究である。テーマとしては山林系での放射性核種移行を予定している。同国には チェルノブイリ原子力発電所があり、環境放射能研究では世界的にも高いレベルの研究が展開 されてきた。2013年10月に同国の中核都市であるキエフおよびオデッサを訪問し、特にオデッ サ市では日本ウクライナ科学技術シンポジウムにて同大学の関係者と共同研究の可能性につい て協議する機会を得た。どのような研究協力が可能か、協議調整中である。

7. 研究成果の発表状況

(1) 誌上発表

<論文(査読あり)>

成果は、単独で発表するのではなく、他のサブテーマの発表の一部に含まれる。特に記載すべき事項はない。

<その他誌上発表(査読なし)>

成果は、単独で発表するのではなく、他のサブテーマの発表の一部に含まれる。特に記載すべき事項はない。

(2) 口頭発表(学会等)

成果は、単独で発表するのではなく、他のサブテーマの発表の一部に含まれる。特に記載すべき事項はない。

(3) 出願特許

特に記載すべき事項はない。

(4) シンポジウム、セミナー等の開催(主催のもの)

成果は、単独で発表するのではなく、他のサブテーマの発表の一部に含まれる。特に記載すべき事項はない。

(5) マスコミ等への公表・報道等

成果は、単独で発表するのではなく、他のサブテーマの発表の一部に含まれる。特に記載すべき事項はない。

(6) その他

特に記載すべき事項はない。

8. 引用文献

- 1) 近藤智子・濱田浩美、「群馬県赤城山大沼における湖沼学的研究」、59,319-22 (2011)
- M. Eisenbud and T. Gesell, "Environmental Radioactivity from Natural, Industrial, and Military Sources, 4th Edition", Academic Press, San Diego, U.S.A., pp. 656 (1997)
- 3) 山口紀子・高田裕介・林健太郎・石川 覚・倉俣正人・江口定夫・吉川省子・坂口 敦・朝田 景・和穎朗太・牧野知之・赤羽幾子・平舘俊太郎、「土壌-植物系における放射性セシウムの挙動とその変動要因」、農業環境技術研究所報告、31,75-129 (2012)
- 4) 文部科学省HPにて公開(2011以降)

Study on the Envionmental Behavior of Radioactive Cesium in Gunma-Prefecture Coming from Fukushima Nuclear Accident

Principal Investigator: Kin-ichi TSUNODA

Institution: Gunma University

1 - 5 - 1 Tenjin-cho, Kiryu, Gunma 376-8515, JAPAN Tel: +81-277-30-1250 / Fax: +81-277-30-1251 E-mail: tsunoda@gunma-u.ac.jp

Cooperated by: Gunma Prefectural Fisheries Experiment Station, National Institute for Environmental Studies, Musashi University

[Abstract]

Key Words: Radiocesium, Wakasagi, Fukushima Daiichi Nuclear Power Plant (FDNPP) accident, Lake Akagi-Onuma, Gunma Prefecture

The FDNPP accident has resulted in contamination of the environment in Gunma Prefecture with radioCs (¹³⁴Cs and ¹³⁷Cs). In particular, concentrations of radioCs greater than 500 Bq/kg were found in wakasagi (hypomesus nipponensis) in Lake Akagi-Onuma in August 2011. The contamination level remains high with radioCs concentrations greater than 80 Bq/kg being observed in March 2014. To elucidate the mechanism of this contamination, monitoring studies on Lake Akagi-Onuma and other lakes and rivers in the prefecture were performed including analyses of fish, aquatic plants, plankton, lake and river water samples, lake sediments and soil samples together with hydrological investigations.

The total concentrations for radioCs in Lake Akagi-Onuma decreased gradually with time, but values were still more than 10 times higher than those for other lakes and rivers in the prefecture. Moreover, a high correlation was found between total concentrations of radioCs in lake waters and those in wakasagi. Considering the results for isotopic analyses of nitrogen and carbon in the food chain, the order for the food chain is: lake water, phytoplankton, zooplankton and then wakasagi. The bioaccumulation factor for radioCs in wakasagi was about 1400.

The mass balance and residence time for radioCs in Lake Akagi-Onuma were also investigated. The outflow for radioCs from the lake was almost the same as the decrease of radioCs in the lake. Moreover, the inflow of radioCs from the catchment area was negligible, thus the input to the lake sediment or the loss from the sediment was calculated to be negligible. On the other hand, the flux for radioCs in the lake was found to be rather large, and the radioisotope was estimated to circulate about 14 times per year in the lake. Given that the flux was mainly due to plankton and decayed remains and that a large part of radioCs in plankton was in a soluble form, plankton was considered to play a key role in the circulation of the isotope.

In conclusion, radioCs in the lake would decrease slowly given that its circulation half-life in the water is ca. 1.6 years (137 Cs T_{1/2} = 30 y), thus radioCs in wakasagi would also decay in the same manner. In addition, the total concentration of radioCs in the lake water and the average residence time of water in the lake were judged to be the most important parameters for understanding the behavior of radioCs in such a closed lake system.