

平成 24 年度
野生動植物への放射線影響に関する
意見交換会

要旨集

主 催:環境省(事務局・自然環境研究センター)

日 時:2013(平成 25)年 3 月 14 日(木曜日)

10 時 00 分~17 時 00 分

会 場:LMJ東京研修センター 5 階特大会議室

(東京都文京区本郷 1-11-14 小倉ビル)

野生動植物への放射線影響に関する意見交換会

プログラム

- 1-1 尼子直輝(環境省自然環境局自然環境計画課)……………10:05~10:20
「野生動植物への放射線影響調査」
- 1-2 渡辺嘉人(放射線医学総合研究所)……………10:25~10:35
「福島第一原子力発電所の警戒区域内の森林樹木における放射能汚染の影響」
- 1-3 久保田善久(放射線医学総合研究所)……………10:40~10:50
「福島の野ネズミの放射線影響調査」
- 1-4 府馬正一(放射線医学総合研究所)……………10:55~11:05
「サンショウウオの放射線影響調査」
- 1-5 丸山耕一(放射線医学総合研究所)……………11:10~11:20
「メダカへの放射線影響調査」
- 1-6 中村 純・佐々木正己(玉川大学)……………11:25~11:35
「ミツバチへの放射線影響調査」
- 1-7 中山文仁(自然環境研究センター)・他……………11:40~11:50
「警戒区域内におけるツバメの巣の放射性物質汚染と巣内雛の生理的状況」

◆<昼休み>◆

12:00~13:00

- 2 田中公夫(環境科学技術研究所)……………13:00~13:30
「低線量率ガンマ線長期連続照射マウスにおける寿命短縮と、染色体異常頻度を指標とした低線量率域での線量・線量率効果」
- 3 五味高志(東京農工大学農学研究院)……………13:40~13:55
「森林・溪流生態系食物網における放射性セシウムの生物濃縮」
- 4 荒川久幸(東京海洋大学海洋環境学科)……………14:00~14:15
「沿岸生態系における放射性物質の拡散過程の解明に関する研究」
- 5 大久保達弘・小金沢正昭(宇都宮大学農学部)……………14:20~14:35
「栃木県の低線量地域における落葉樹林の林床・シカの放射性降下物の蓄積状況」
- 6 大瀧文二(琉球大学理学部)……………14:40~14:55
「福島原子力発電所事故のヤマトシジミへの生物学的影響」

◆<休憩>◆

15:00~15:20

- 7 松井 晋(立教大学博士研究員)・他……………15:20~15:35
「巣箱を利用する鳥類における巣材の種類と放射線量の関係」
- 8 山本 裕(日本野鳥の会)……………15:40~15:55
「ツバメと水鳥への放射性物質の影響調査」
- 9 玉置雅紀(国立環境研究所)……………16:00~16:15
「環境放射線の生物影響に関する調査研究」

総合討論……………16:20~16:50

要旨発表 岩見恭子(山階鳥類研究所)・他 「ツバメの巣の放射性物質汚染状況」

野生動植物への放射線影響調査

尼子 直輝

[環境省自然環境局自然環境計画課]

東京電力福島第一原子力発電所（以下、「福島第一原発」という。）事故により放出された放射性核種は周辺地域に広く沈着したが、こうした事故は世界的にもあまり例がなく、放射線による野生動植物への影響に関する知見も限られている。

このため環境省では、当該事故に伴う放射性核種の拡散による周辺地域の野生動植物への影響を把握し、中長期的なモニタリング計画を検討するための基礎情報の収集を目的として、福島第一原発の警戒区域内外における高線量地域及び低線量の対照地域において、指標となる野生動植物の試料の採取及び影響の分析評価を民間団体等の協力機関と共に行っている。

試料採取期間：平成 24 年 5 月～平成 24 年 11 月

試料採取地：警戒区域内（1 市 4 町 25 カ所）
警戒区域外（3 市 1 町 1 村 10 カ所）

採取試料：ICRP（国際放射線防護委員会）の定めた「標準動物及び植物^{※1}」の考え方に基づいて選定。

哺乳類・鳥類	両生類	魚類	無脊椎動物	陸生植物（種子）
アカネズミ 3 カ所 22 個体	ニホンアカガエル 1 カ所 1 個体	タイリクバラタナゴ 1 カ所 4 個体	ニホンミツバチ 3 カ所 3 巣	イネ科一年草（キン エノコロ） 5 カ所 2300 粒以上
ヒメネズミ 3 カ所 28 個体	トウキョウダルマガエル 1 カ所 1 個体	ギンブナ 1 カ所 1 個体	その他ハチ目 1 カ所 23.1g	イネ科多年草（チカ ラシバ） 6 カ所 2200 粒以上
ハツカネズミ 1 カ所 2 個体	ツチガエル 1 カ所 1 個体	ドジョウ 2 カ所 3 個体	ヤマトシジミ（蝶） 3 カ所 36 個体	アカマツ 4 カ所約 250 粒
ツバメ 10 カ所 34 個体	カジカガエル 1 カ所 1 個体	メダカ 2 カ所 76 個体	ジョロウグモ 4 カ所 120.9g	スギ 7 カ所 3500 粒以上
	アカハライモリ 1 カ所 1 個体		ワラジムシ 2 カ所 27.4g	ヒノキ 5 カ所 1600 粒以上
			ミミズ 3 カ所 232.8g	
			アメリカザリガニ 2 カ所 4 個体	
			サワガニ 1 カ所 1 個体	

その他、試料採取地点の土壌・落葉、水、ツバメの巣を採取

※1 シカ、ラット、カモ、カエル、マス、カレイ類、ハチ、カニ、ミミズ、マツ、イネ科植物、褐藻類海藻

試料の採取時においては、その被ばく線量率の評価のため、空間線量率を測定するとともに、採取地における土壌・水を採取し放射性核種濃度を分析した。

試料及び採取地の土壌・水の放射性核種濃度から、試料の被ばく線量率をERICA アセスメントツール^{※2}を使用して推定した。人間以外の生物の被ばく線量率の正確な評価方法は確立されていないため、ERICA アセスメントツールは安全側すなわち線量を過大に評価するよう設定されており、その評価の結果^{※3}、繁殖率の低下等の影響の可能性を考慮するに足る被ばくをしていた試料があった^{※4}。現時点では測定サンプル数も十分でないことから、今後、こうした試料が得られた動植物及び地域を中心にモニタリングを継続する必要性が示された。

なお、上記調査を行う中で野外の環境変化を観察したところ、警戒区域内で無人となった人家軒先のツバメの巣が、人的活動の低下によりカラス等の外敵に襲われていることが推察された。

- ※2 ERICA アセスメントツール：欧州原子力共同体が、環境の放射線防護を目的としたスクリーニングのために開発した、線量評価に用いるソフトウェア
- ※3 ERICA アセスメントツールによる推定値は安全側すなわち過大に評価された値となっており、実際に生物が受けた被ばく線量とは大きな相違がある可能性がある。
- ※4 国際放射線防護委員会（ICRP）は、各標準動植物に対し、算出された被ばく線量率が影響を考慮するにあたる量であるかを判断するための目安として「誘導考慮参考レベル（mGy/d）」を示している。例えばネズミの誘導考慮参考レベルは 0.1～1 mGy/d で、一桁高い 1～10 mGy/d で繁殖率低下の可能性があるとされている。

表 野生動植物のモニタリング別表

第1次調査期間：平成24年5月7日～10日

動植物名	調査地点	空間線量率 (μ Sv/h)	放射能濃度 (Bq/kg-wet)			測定時の試料の状態 ^{※1}
			Cs-134	Cs-137	Ag-110m	
ニホンアカガエル	双葉町 (警戒区域内)	12.9	4,200	6,800		1、2
トウキョウダルマガエル	浪江町 (警戒区域内)	3.2	5,900	8,900		1、2
ツチガエル	双葉町 (警戒区域内)	21.6	21,000	31,000		1、2
カジカガエル	南相馬市 (警戒区域外)	11.3	65,000	95,000		1、2
アカハライモリ	双葉町 (警戒区域内)	21.6	16,000	23,000		1、2
タイリクバラタナゴ ^{※2}	双葉町 (警戒区域内)	10.5	3,700	5,800		1、2
ギンブナ ^{※2}	双葉町 (警戒区域内)	10.5	15,000	25,000		1、2
ドジョウ ^{※2}	双葉町 (警戒区域内)	10.5	2,100	3,200		1、2
ドジョウ ^{※2}	双葉町 (警戒区域内)	21.6	12,000	17,000		1、2
メダカ	双葉町 (警戒区域内)	0.5	134	183		1、2
メダカ	浪江町 (警戒区域内)	25.4	3,130	4,610		1、2
サワガニ	南相馬市 (警戒区域外)	11.3	13,000	18,000		1、2
アメリカザリガニ	双葉町 (警戒区域内)	0.5	160	250		1、2
アメリカザリガニ	双葉町 (警戒区域内)	10.5	1,000	1,800		1、2
ハチ目 (クマバチ・コマルハナバチなど)	浪江町 (警戒区域内)		340	460		1、3
ワラジムシ	双葉町 (警戒区域内)	0.5	16,000	24,000		1、3
ワラジムシ	浪江町 (警戒区域内)	23.5	50,000	74,000		1、3

※1 測定時の試料の状態

状態1：消化管内容物も含めた測定値。

状態2：裁断するなど均一化してU-8容器等に充填して測定。灰化は実施せず。

状態3：均一化や灰化等の処理を実施せず、採取時の状態のままU-8容器等に試料を収容した（試料を放射線影響の検討に使う可能性があったため）。試料が少なく、容器を充填できなかった場合には、試料の最も高い位置を充填高さとして測定結果の補正を行った。したがって表中の放射能濃度については試料の形状の違い等に起因する測定誤差を含んでいる可能性がある。これらの試料については一部再測定を検討中である。

※2 保守的な被ばく線量率の推定値が、繁殖率の低下等の影響の可能性を考慮するに足る量であった動植物

※3 表中の空欄は未計測、未測定であることを示す。

第2次調査期間：平成24年6月2日～5日

動植物名	調査地点	空間線量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	放射能濃度 (Bq/kg-wet)			測定時の試料の状態 ^{※1}
			Cs-134	Cs-137	Ag-110m	
メダカ	浪江町 (警戒区域内)	24.0	15,700	20,000		1、2

※1 測定時の試料の状態

状態1：消化管内容物も含めた測定値。

状態2：裁断するなど均一化してU-8容器等に充填して測定。灰化は実施せず。

状態3：均一化や灰化等の処理を実施せず、採取時の状態のままU-8容器等に試料を収容した（試料を放射線影響の検討に使う可能性があったため）。試料が少なく、容器を充填できなかった場合には、試料の最も高い位置を充填高さとして測定結果の補正を行った。したがって表中の放射能濃度については試料の形状の違い等に起因する測定誤差を含んでいる可能性がある。これらの試料については一部再測定を検討中である。

※2 表中の空欄は未計測、未測定であることを示す。

第2次調査期間：平成24年6月2日～5日

試料名（ツバメ種は推定）	調査地点	空間線量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	血液サンプル数	備考
ツバメ（雛）	富岡町 (警戒区域内)	0.5	4	雌雄不明。1個体採取。
ツバメ（成鳥）	富岡町 (警戒区域内)	0.5	4	雌4個体。
ツバメ（雛）	大熊町 (警戒区域内)		4	雌雄不明。3個体採取。
ツバメ（成鳥）	大熊町 (警戒区域内)	4.5	2	雌1個体、雄1個体。
ツバメ（雛）	南相馬市 (警戒区域外)	0.3	5	雌雄不明。1個体採取。

※ 表中の空欄は未計測、未測定であることを示す。

第3次調査期間：平成24年7月9日～13日

動植物名	調査地点	空間線量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	放射能濃度 (Bq/kg-wet)			測定時の試料の状態 ^{※1}
			Cs-134	Cs-137	Ag-110m	
アカネズミ	いわき市 (警戒区域外)	0.8	10 ^{※3}	27 ^{※3}		1、3
アカネズミ ^{※2}	大熊町 (警戒区域内)	62.4	6,700 ^{※3}	10,770 ^{※3}		1、3
アカネズミ ^{※2}	浪江町 (警戒区域内)	13.2	20,200 ^{※3}	32,733 ^{※3}		1、3
ヒメネズミ	いわき市 (警戒区域外)	0.8	11 ^{※3}	3 ^{※3}		1、3
ヒメネズミ ^{※2}	大熊町 (警戒区域内)	62.4	6,153 ^{※3}	9,790 ^{※3}		1、3
ヒメネズミ ^{※2}	浪江町 (警戒区域内)	13.2	6,093 ^{※3}	9,716 ^{※3}		1、3
ニホンミツバチ（成虫）	大熊町 (警戒区域内)	2.0	1,200	1,800		1、3
ミミズ類	いわき市 (警戒区域外)	0.8	2,000	3,100		1、3
ミミズ類	大熊町 (警戒区域内)	62.4	150,000	240,000		1、3
ミミズ類	浪江町 (警戒区域内)	13.6	45,000	70,000		1、3

※1 測定時の試料の状態

状態1：消化管内容物も含めた測定値。

状態2：裁断するなど均一化してU-8容器等に充填して測定。灰化は実施せず。

状態3：均一化や灰化等の処理を実施せず、採取時の状態のままU-8容器等に試料を収容した（試料を放射線影響の検討に使う可能性があったため）。試料が少なく、容器を充填できなかった場合には、試料の最も高い位置を充填高さとして測定結果の補正を行った。したがって表中の放射能濃度については試料の形状の違い等に起因する測定誤差を含んでいる可能性がある。これらの試料については一部再測定を検討中である。

※2 保守的な被ばく線量率の推定値が、繁殖率の低下等の影響の可能性を考慮するに足る量であった動植物

※3 値は3個体の平均値

※4 表中の空欄は未計測、未測定であることを示す。

第3次調査期間：平成24年7月11日

試料名（ツバメ種は推定）	調査地点	空間線量率（ $\mu\text{Sv/h}$ ）	血液サンプル数	備考
ツバメ（成鳥）	浪江町（警戒区域内）	14.0	2	雌雄不明。3個体採取。

※ 表中の空欄は未計測、未測定であることを示す。

第4次調査期間：平成24年8月20日

試料名（ツバメ種は推定）	調査地点	空間線量率（ $\mu\text{Sv/h}$ ）	血液サンプル数	備考
ツバメ（幼鳥）	京都府京都市		13	雌雄不明。5個体採取。

※ 表中の空欄は未計測、未測定であることを示す。

第5次調査期間：平成24年9月27日

試料名（ツバメ種は推定）	調査地点	空間線量率（ $\mu\text{Sv/h}$ ）	放射能濃度（Bq/kg-wet）			測定時の試料の状態 ^{※1}
			Cs-134	Cs-137	Ag-110m	
ツバメ（巣）	浪江町（警戒区域内）	14.0	290,000	490,000		3
ツバメ（巣）	浪江町（警戒区域内）	14.0	140,000	240,000		3
ツバメ（巣）	浪江町（警戒区域内）	4.1	500,000	880,000		3
ツバメ（巣）	浪江町（警戒区域内）	4.1	150,000	250,000		3
ツバメ（巣）	浪江町（警戒区域内）	0.4	3,800	6,500		3
ツバメ（巣）	大熊町（警戒区域内）	70.2	240,000	400,000		3
ツバメ（巣）	大熊町（警戒区域内）	70.2	18,000	30,000		3
ツバメ（巣）	大熊町（警戒区域内）	70.2	4,300	7,300		3
ツバメ（巣）	大熊町（警戒区域内）	4.0	4,800	7,800		3
ツバメ（巣）	大熊町（警戒区域内）		380,000	620,000		3
ツバメ（巣）	大熊町（警戒区域内）		25,000	41,000		3
ツバメ（巣）	富岡町（警戒区域内）	4.5	900	1,500		3
ツバメ（巣）	富岡町（警戒区域内）	0.4	30,000	49,000		3
ツバメ（巣）	富岡町（警戒区域内）	0.4	7,900	13,000		3

※1 測定時の試料の状態

状態1：消化管内容物も含めた測定値。

状態2：裁断するなど均一化してU-8容器等に充填して測定。灰化は実施せず。

状態3：均一化や灰化等の処理を実施せず、採取時の状態のままU-8容器等に試料を収容した（試料を放射線影響の検討に使う可能性があったため）。試料が少なく、容器を充填できなかった場合には、試料の最も高い位置を充填高さとして測定結果の補正を行った。したがって表中の放射能濃度については試料の形状の違い等に起因する測定誤差を含んでいる可能性がある。これらの試料については一部再測定を検討中である。

※2 表中の空欄は未計測、未測定であることを示す。

（注）高濃度の放射性核種が確認された巣でも、50cm離れた地点で線量率はバックグラウンド程度まで下がり、人への影響は無視できると考えられる。

第6次調査期間：平成24年10月9日～14日

動植物名	調査地点	空間線量率 (μ Sv/h)	放射能濃度 (Bq/kg-wet)			測定時の試料の状態 ^{※1}
			Cs-134	Cs-137	Ag-110m	
メダカ	浪江町 (警戒区域内)	29.0	3,780	6,000		1、2
ニホンミツバチ (成虫)	大熊町 (警戒区域内)	2.1	700	1,200		1、3
ニホンミツバチ (さなぎ)	大熊町 (警戒区域内)	2.1	280	480		1、3
ニホンミツバチ (幼虫)	大熊町 (警戒区域内)	2.1	380	610		1、3
ニホンミツバチ (新しいハチミツ)	大熊町 (警戒区域内)	2.1	1,800	3,000		3
ニホンミツバチ (古いハチミツ)	大熊町 (警戒区域内)	2.1	1,700	2,900		3
ニホンミツバチ (成虫)	伊達市 (警戒区域外)		<56.4	<47.9		1、3
ニホンミツバチ (ハチミツ)	伊達市 (警戒区域外)		<11.0	18		3
ニホンミツバチ (成虫)	飯館村 (警戒区域外)		210	280		1、3
ニホンミツバチ (ハチミツ)	飯館村 (警戒区域外)		270	430		3
キンエノコロ	いわき市 (警戒区域外)	0.5	102	151		2
キンエノコロ	広野町 (警戒区域外)	0.4	26	44		2
キンエノコロ	大熊町 (警戒区域内)	70.2	3,109	5,035		2
キンエノコロ	浪江町 (警戒区域内)	37.1	9,537	15,821		2
キンエノコロ	浪江町 (警戒区域内)	16.0	1,150	2,044		2
キンエノコロ	浪江町 (警戒区域内)	13.8	12,440	19,299		2
チカラシバ	いわき市 (警戒区域外)	0.5	61	83		2
チカラシバ	広野町 (警戒区域外)	0.4	36	56		2
チカラシバ	浪江町 (警戒区域内)	16.0				2
チカラシバ	大熊町 (警戒区域内)	37.1	1,432	2,165		2
チカラシバ	浪江町 (警戒区域内)	70.2	4,831	7,747		2
チカラシバ	浪江町 (警戒区域内)	13.8	2,916	4,503		2

※1 測定時の試料の状態

状態1：消化管内容物も含めた測定値。

状態2：裁断するなど均一化してU-8容器等に充填して測定。灰化は実施せず。

状態3：均一化や灰化等の処理を実施せず、採取時の状態のままU-8容器等に試料を収容した（試料を放射線影響の検討に使う可能性があったため）。試料が少なく、容器を充填できなかった場合には、試料の最も高い位置を充填高さとして測定結果の補正を行った。したがって表中の放射能濃度については試料の形状の違い等に起因する測定誤差を含んでいる可能性がある。これらの試料については一部再測定を検討中である。

※2 表中の空欄は未計測、未測定であることを示す。

第6次調査期間：平成24年10月9日～14日

動植物名	調査地点	空間線量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	採取重量 (g)	サンプル 数	備考
アカマツ (種子)	広野町 (警戒区域外)	0.4			
アカマツ (種子)	浪江町 (警戒区域内)	10.6	0.24		
アカマツ (種子)	広野町 (警戒区域外)	0.4	0.3		

※ 表中の空欄は未計測、未測定であることを示す。

第6次調査期間：平成24年10月9日～14日

動植物名	調査地点	空間線量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	サンプル 数	備考
ヤマトシジミ	大熊町 (警戒区域内)	68.2	19	
ヤマトシジミ	大熊町 (警戒区域内)	57.8	5	
ヤマトシジミ	浪江町 (警戒区域内)	6.5	12	

※ 表中の空欄は未計測、未測定であることを示す。

第7次調査期間：平成24年11月9日～10日

動植物名	調査地点	空間線量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	放射能濃度 (Bq/kg-wet)			測定時の試 料の状態 ^{※1}
			Cs-134	Cs-137	Ag-110m	
ジョロウグモ	大熊町 (警戒区域内)	54.2	6,160	10,200	612	1、3
ジョロウグモ	浪江町 (警戒区域内)	5.0	1,990	3,490	226	1、3
ジョロウグモ	浪江町 (警戒区域内)	23.8	3,620	6,170	458	1、3
ジョロウグモ	いわき市 (警戒区域外)	0.3	55	91	13	1、3

※1 測定時の試料の状態

状態1：消化管内容物も含めた測定値。

状態2：裁断するなど均一化してU-8容器等に充填して測定。灰化は実施せず。

状態3：均一化や灰化等の処理を実施せず、採取時の状態のままU-8容器等に試料を収容した（試料を放射線影響の検討に使う可能性があったため）。試料が少なく、容器を充填できなかった場合には、試料の最も高い位置を充填高さとして測定結果の補正を行った。したがって表中の放射能濃度については試料の形状の違い等に起因する測定誤差を含んでいる可能性がある。これらの試料については一部再測定を検討中である。

※2 表中の空欄は未計測、未測定であることを示す。

第8次調査期間：平成24年11月27日～30日

動植物名	調査地点	空間線量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	放射能濃度 (Bq/kg-wet)			測定時の試料の状態 ^{※1}
			Cs-134	Cs-137	Ag-110m	
ヒノキ (種子)	大熊町 (警戒区域内)	55.2	2,916	4,503		2

※1 測定時の試料の状態

状態1：消化管内容物も含めた測定値。

状態2：裁断するなど均一化してU-8容器等に充填して測定。灰化は実施せず。

状態3：均一化や灰化等の処理を実施せず、採取時の状態のままU-8容器等に試料を収容した（試料を放射線影響の検討に使う可能性があったため）。試料が少なく、容器を充填できなかった場合には、試料の最も高い位置を充填高さとして測定結果の補正を行った。したがって表中の放射能濃度については試料の形状の違い等に起因する測定誤差を含んでいる可能性がある。これらの試料については一部再測定を検討中である。

※2 表中の空欄は未計測、未測定であることを示す。

第8次調査期間：平成24年11月27日～30日

動植物名	調査地点	空間線量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	採取重量 (g)	サンプル数	備考
アカマツ (種子)	浪江町 (警戒区域内)	23.0	0.02		
アカマツ (種子)	浪江町 (警戒区域内)	37.1	2.54	249	
スギ (種子)	いわき市 (警戒区域外)	0.3			
スギ (種子)	いわき市 (警戒区域外)	0.8	27.5	400<	
スギ (種子)	大熊町 (警戒区域内)	76.7	24.4	400<	
スギ (種子)	大熊町 (警戒区域内)	68.6			
スギ (種子)	大熊町 (警戒区域内)	68.6	4.1	400<	
スギ (種子)	大熊町 (警戒区域内)	68.6	4	300<	
スギ (種子)	浪江町 (警戒区域内)	15.2	27.7	400<	
スギ (種子)	大熊町 (警戒区域内)	55.2	4.7	400<	
スギ (種子)	浪江町 (警戒区域内)	10.9	10.8	400<	
スギ (種子)	浪江町 (警戒区域内)	34.7	33.5	400<	
ヒノキ (種子)	いわき市 (警戒区域外)	0.3	18.9	400<	
ヒノキ (種子)	大熊町 (警戒区域内)	57.2	36.8	400<	
ヒノキ (種子)	浪江町 (警戒区域内)	31.2	1.6	400<	
ヒノキ (種子)	浪江町 (警戒区域内)	7.4	11.7	400<	

※ 表中の空欄は未計測、未測定であることを示す。

福島第一原子力発電所の警戒区域内の森林樹木における放射能汚染の影響

渡辺 嘉人

[放射線医学総合研究所 環境動態・影響プロジェクト]

福島第一原子力発電所の事故により大気中に放出された放射性核種は放射性プルームとして環境中に拡散した。最も高濃度のプルームは西～北西方向に流れ、そこに広がる里山や阿武隈高地につながる森林が高濃度に汚染された。本研究ではこうした高汚染地域の森林における樹木の影響を調べることを目的として、高濃度の放射性核種が降下した事故当年における樹木の外部形態の観察を行うとともに、樹木の受けた放射線被ばく線量を見積もることにより植物体に生じる放射線生物影響について推定を行った。調査は環境省のプロジェクトの一部として、自然環境研究センター及び日本 NUS と共同で行った。

事故発生当年11月の福島第一原子力発電所の警戒区域内の調査においては、発電所から西およそ3kmの最も汚染度の高い森林であっても、樹木の葉の黄化、形態異常のような外見的な放射線傷害の徴候は観察されなかった。これは、チェルノブイリ原子力発電所の事故後に周囲の森林で発生したような大規模な放射線障害(樹木の生理的傷害・枯死)は、今回の事故後には発生しなかったことを示している。

一方、樹木の地上部はプルームから降下する放射性核種を捕捉・吸着しやすい性質があり、放射性核種を長期間蓄積しうる。放射線感受性の高い樹木である針葉樹(スギ)を対象に調査したところ、高汚染地域の針葉や球果では、プルームからの直接沈着や植物体内の転流による放射性セシウムが高濃度に蓄積しているのが検出された。こうした地上部の植物器官では、林床などに蓄積した放射性セシウムから放出される放射線(外部被ばく)に加えて、器官自身に蓄積した放射性セシウムから放出される放射線(内部被ばく)を受けることになる。スギ雌花/球果内では事故後の春から秋にかけて胚の発生、種子の形成・成熟が進行しており、植物の生活環の中で放射線感受性が高い生殖・発生の過程において長期間にわたる被ばくを受けたと考えられる。

最も汚染度の高い森林においてスギ球果の受けた被ばく線量率は、モデルを用いた線量計算により80 $\mu\text{Gy/h}$ 程度と推定され、そのうち内部被ばくは約20%と見積もられた。この線量率は国際放射線防護委員会(ICRP)によってマツの防護基準値とされている4-40 $\mu\text{Gy/h}$ を上回り、植物の生殖への影響・細胞遺伝学的な変化が生じる可能性があることが示唆された。これは、今後のより詳細な調査・モニタリングの必要性を示している。

福島野ネズミの放射線影響調査

久保田 善久

[放射線医学総合研究所 環境動態・影響プロジェクト]

東電福島第1原子力発電所事故による環境生物への放射線影響を明らかにするために、昨年度より自然環境研究センター及び日本 NUS と共同して警戒区域内の野ネズミ(アカネズミ、ヒメネズミ)及びそれらが生息する場所の環境媒体(土壌など)を捕獲採取する活動を開始した。

調査地点として空間線量の異なる3地点(警戒区域内2地点、対象として空間線量の低い警戒区域外1地点)を選定し、昨年1月と7月の2回調査を実施した。警戒区域内の1地点は、警戒区域内でも空間線量が非常に高いことが知られている大熊町夫沢の針葉樹林である。

野ネズミの被ばく線量を推定するために捕獲した野ネズミの一部及び捕獲場所の土壌について大雑把な放射能測定を実施したところ、同じ地点の土壌でもサンプル毎に放射線量に大きな差異があり、またネズミの汚染も個体毎に非常に大きな差異があった。Erica ツールを使用してネズミ個体の被ばく線量を推定すると、外部被ばくに比べて内部被ばくの寄与は概して小さく、空間線量が最も高い夫沢(空間線量率 1.5~2mSv/day)でも、野ネズミの被ばく線量率は 2mGy/day 前後であると推定された。

放射線の生物影響として、低線量でも線量に比例して影響が直線的に増加すると考えられている確率的影響、中でも急性照射による線量効果関係が人やネズミで確立されている染色体異常を影響指標として採用した。

	Unstable (Dicentric)		Stable (Multi-FISH, Chromosome Painting)
	C-band	Centromere FISH	
Laboratory mouse	○	○	○
Wood mouse	×	×	?
Small field mouse	○	○	?

実験ネズミ(ハツカネズミ)で使用されている不安定型染色体異常検出手法(C-band と Centromere FISH)をアカネズミとヒメネズミに適用したところ、表に示すように、ヒメネズミでは C-band で Centromere を明瞭に同定でき、また報告されているシーケンスでプローブを作成することにより Centromere FISH も可能であった。一方、アカネズミでは C-band が不明瞭であり、またセントロメアシーケンスが報告されていないため、不安定型染色体異常の検定が現状では困難であることが分かった。今後、アカネズミの Centromere FISH 用プローブの開発、ハツカネズミで使用されている Chromosome Painting 用プローブの一部がアカネズミ、ヒメネズミに応用可能であるか否かの検討、アカネズミ、ヒメネズミの安定型染色体異常検出用プローブの開発等を進めていく必要がある。現在、C-band によるヒメネズミの不安定型染色体異常(Dicentric)のデータを蓄積しているが、十分な解析量ではないため現時点で明確なことは言えない。

サンショウウオの放射線影響調査

府馬 正一

[(独)放射線医学総合研究所 環境動態・影響プロジェクト]

生物の中で両生類は比較的放射線感受性が高く¹⁾、種によっては半数致死線量(LD50)がヒトと同程度である。両生類の中でも、一般に有尾類(イモリ、サンショウウオなど)は無尾類(カエル)よりも放射線感受性が高い²⁾。例えば、日本に生息するサンショウウオ *Hynobius* 属の LD50 は約 6 Gy と推定されている³⁾。そこで、福島第一原発周辺地域に広く分布するトウホクサンショウウオ *Hynobius lichenatus* を対象に現地調査と放射線照射実験を行っている。

放射線照射実験に関しては、放射性物質による汚染が軽微な福島県会津地方にてトウホクサンショウウオの卵を採取し、セシウム 137 線源由来のガンマ線によって線量率 52~25000 μ Gy/h で連続照射しながら飼育を行っている。25000 μ Gy/h では、幼生の段階までに全個体が死亡した。それ以外の線量率と非照射対照区では、現在までに、卵、幼生を経て幼体にまで成長した。5900 μ Gy/h では、生存率が低下し、変態上陸の遅れや幼体の体重増加抑制といった成長に対する影響が見られた。720 μ Gy/h 以下では、これまでのところ影響が観察されていない。現地での線量率を考えると、福島第一原発周辺の高汚染地域であっても致死や成長の遅れといった影響がトウホクサンショウウオで見られる可能性は低いことが示唆された。

参考文献

- 1) United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation: UNSCEAR 2008 Report to the General Assembly, with Scientific Annexes. Volume II: Scientific Annexes C, D and E, p. 221-313 (Annex E: Effects of ionizing radiation on non-human biota). United Nations, New York (2011)
(http://www.unscear.org/docs/reports/2008/11-80076_Report_2008_Annex_E.pdf)
- 2) Conger and Clinton: Nuclear volumes, DNA contents, and radiosensitivity in whole-body-irradiated amphibians. *Radiation Research* **54**, 69-101 (1973)
- 3) Fuma et al.: Derivation of hazardous doses for amphibians acutely exposed to ionising radiation. *Journal of Environmental Radioactivity* **103**, 15-19 (2012)

メダカへの放射線影響調査

丸山耕一

[(独)放射線医学総合研究所 福島復興支援本部]

メダカは日本人には古くから親しまれている小型魚類であるが、実験動物としてのメダカは100年以上の歴史があり、発生学、遺伝学、生理学、毒性学、宇宙生物学など様々な分野で利用されてきている。放射線生物学においても例外ではなく、1960年代から故江上信雄博士を中心に、放射線医学総合研究所を中心に精力的に研究が行われ、これまでに、放射線による致死線量、分割照射、系世代影響、年齢依存性、晩発障害、防護剤などが詳細に研究されている。理科年表(丸善)には、放射線による致死線量として、ヒト、マウス、などと並んでメダカが掲載されているが、これは、メダカにおける放射線影響研究データの正確さ、豊富さなどが反映しているものと思われる。メダカには、「ゲノムサイズが小さい(800Mb ヒトの1/4)」、「多産性である」、「次世代へのサイクル早い(約3カ月)」、「胚が大きく透明である」、「温度に強い(4-40℃)」など、多くの生物学的な利点があり、このことがメダカを実験動物としての地位を大きく向上させ、特に毒性評価などではメダカはスタンダードな生物種として認知されている。

東日本大震災に伴う福島第一原子力発電所の原発事故は、未曾有の原子力災害を引き起こし、福島原発半径20キロ圏内は現在も立入りが厳しく制限されている。警戒区域内での自然放射線量の数十倍から数百倍下での長期被ばく影響を調べることは放射線影響研究上、非常に重要である。今回、自然環境研に同行し警戒区域内のメダカの生息調査を行った。メダカはレッドデータブックにも記載されている希少種(絶滅危惧II類)であるが、南相馬市博物館稲葉博士から、震災前のメダカの生息情報を得て調査を行った。中田群は、原発から約4キロに位置する水田用水路で、空間線量は $0.5 \mu\text{Sv/h}$ であるが、ここでは、十数匹のメダカを採集した。猿田群は、原発から約7.5Kmの人工溜池で空間線量 $25\text{--}30 \mu\text{Sv/h}$ であった。ここでは定期的に数多くのメダカを採集できたが、日によっては大雨による増水や寒さのために十分な匹数を確保出来ない日もあった。その他、地形などからメダカが生息していそうなところを探したが、多くは外来魚が生息しているなどの理由からメダカを見つける事は出来なかった。

採集したメダカとその周辺の水、土壌をゲルマニウム半導体検出器で測定し、放射能濃度を測定した。中田群のメダカは、セシウム 173Bq/kg と高い値ではなかったが、

猿田群のメダカでは、セシウム約 36000Bq/kg と高い値を示した。放射線に対する影響評価手法の一つとして、小核試験法が知られている。メダカでは、セシウムを含む泥と直接接するエラなどの局所的な被ばくを評価出来る可能性がある。現在、メダカ-小核試験の系を確立中であり進捗状況について報告する。

ミツバチへの放射線影響調査

中村 純・佐々木正己

[玉川大学 ミツバチ科学研究センター]

ミツバチに対する放射線の影響は、養蜂分野においては、通常、食品として生産されるハチミツの汚染問題としてとらえられ、チェルノブイリの事故後には、フランス、クロアチア、イタリアなどで、長短期の汚染調査が行われてきた。

今回の事故後、日本でも同様の調査が継続されているが、産業養蜂で用いられるセイヨウミツバチでは、事故直後の採蜜時期においても、放射性物質のハチミツ中の残留レベルは低い。2011年に福島県いわき市で越冬中に事故に遭遇し、その後、秋田県内に移動した蜂群から4月下旬に採蜜したハチミツでは、セシウム134(以下 ^{134}Cs)が1.9 Bq/kg、セシウム137(以下 ^{137}Cs)が2.8 Bq/kgの残留レベルであった。2012年産の北関東・南東北地域産ハチミツの分析では、郡山市産のもので12 Bq/kg(^{134}Cs)と19 Bq/kg(^{137}Cs)となったのが最大であった(日本養蜂はちみつ協会, 2012)。

一方で、この間、ニホンミツバチから得られたハチミツでは高濃度の残留が報告されており、2011年に飯舘村で採蜜された16検体の平均は1180 Bq/kg(最小60~最大4380 Bq/kg, $^{134}\text{Cs} + ^{137}\text{Cs}$ の合計値)に達している(飯舘村, 高橋日出仁氏提供)。

本調査では、2012年に福島県大熊町で、野生のニホンミツバチの自然営巣(福島第一原子力発電所からの直線距離3.6 km, 以下同様)が確認されたのを契機に、2012年10月に、この自然巣および、飯舘村(約40 km)および伊達市(約60 km)の、それぞれ趣味養蜂家が飼育中のニホンミツバチから、ハチミツおよび蜂体等のサンプルを得て、それぞれの放射能分析を行い(実施機関:(株)コスモ環境衛生コンサルタント)、ニホンミツバチ特有のハチミツの汚染メカニズムについて考察した。

また、成長期に、環境から受けるストレスの指標となることが知られている、翅形の左右対称性のゆらぎについても調査を行い、巣内に高濃度の放射性物質残留がある状況下におけるミツバチ自身への放射線の影響についても考察した。

1) ニホンミツバチと放射性物質の残留

大熊町のニホンミツバチの自然巣は、巣房内の繭糸層の残存数からは、2011年に営巣された可能性もあるが、開放空間の営巣であることや、経年巣では普通に見られる雄蜂巣房がなかったことから、2012年春に営巣された可能性も高い。したがって、最長1年半、短くても半年間、環境放射線レベルの高い場所に営巣されていたことになる。

この巣から得られたハチミツの放射性物質は、3か月程度の時間を経ていると思われた古い貯蜜で1700 Bq/kg(^{134}Cs)と2900 Bq/kg(^{137}Cs)、一方、採取直前2週間程度の新しい貯蜜で1800 Bq/kg(^{134}Cs)と3000 Bq/kg(^{137}Cs)であった。同時期の飯舘村産のハチミツでは270 Bq/kg(^{134}Cs)と430 Bq/kg(^{137}Cs)、伊達市では0 Bq/kg(^{134}Cs)と18 Bq/kg(^{137}Cs)となっており、

距離に反比例して低下する傾向が見られた。

巣内の新しい貯蜜(サンプル中に含まれる巣片も新しい)の汚染レベルが高かったため、巣内に長期間貯蔵された貯蜜での蓄積的汚染がニホンミツバチのハチミツの高度汚染の原因と見込まれていた点については再考を要するデータとなった。

巣内での汚染分布は、花粉を含む巣の部分で最も高く、7200 Bq/kg(^{134}Cs)と12000 Bq/kg(^{137}Cs)であった。ミツバチの生体では、6日間の成長期間のうち、後半の3日間は花粉を食べる幼虫期に380 Bq/kg(^{134}Cs)と640 Bq/kg(^{137}Cs)で、蛹期には280 Bq/kg(^{134}Cs)と480 Bq/kg(^{137}Cs)まで低下し、成蜂では700 Bq/kg(^{134}Cs)と1200 Bq/kg(^{137}Cs)まで再上昇していた。蛹期での放射性物質の減少は、蛹化直前の排泄に関係していると考えられるが、その大部分は花粉の未消化物(花粉殻)である。また、成蜂は、羽化後約10日間だけ花粉を食べ、10日目以降に腸管内の未消化物を排泄すること、寿命が約1か月程度と短く、組織量的に高度の蓄積が見られるような器官がないことから、成蜂期の汚染レベルの上昇は、腸管内容物(主として花粉およびその未消化物)に依存すると考えられた。なお、成蜂の汚染レベルは、飯舘村では210 Bq/kg(^{134}Cs)と280 Bq/kg(^{137}Cs)、伊達市ではいずれも検出限界以下で、距離に反比例した、あるいはハチミツの汚染レベルに正比例した減少になっている。

大熊町では巣の採集時期にセイタカアワダチソウが開花しており、貯蜜中からも花粉が検出されているが、この植物は、茎葉部のカリウム含有量が高く(鬼頭・吉田, 1993)、耕作放棄が続いている現状では、土壌カリウムの不足のためにセシウムの植物体への移行が高まっていた可能性がある。その場合、花粉へもセシウム移行が進んだとすれば、開花期に限定された、花粉による高濃度の汚染が発生した可能性もある。

一方で、汚染レベルには差があるとはいえ、ハチミツの汚染が見られた飯舘村ではセイタカアワダチソウが繁茂するほどには分布していないことから、今回見られた汚染全体をセイタカアワダチソウの花粉の集積で説明するのは難しく、少なくとも約半年間の多要因による汚染の蓄積が背景にあると考えられた。

2) 左右対称性のゆらぎに基づく放射線ストレス解析

近交系の進捗評価などに用いられ、ストレス指標としても利用される左右対称性のゆらぎ解析を応用し、ミツバチの前肢翅脈上の4点を用い、左右間での位置のずれにより、ミツバチが受けている環境影響を評価した。この結果として、3地点(大熊町、飯舘村、伊達市)間で、ハチミツや成蜂での放射能残留レベルとの相関や、地点間での有意な差は認められなかった。

警戒区域内におけるツバメの巣の放射性物質汚染と巣内雛の生理的状況

中山文仁・古畑芳晶・堀切竜也・久保田正秀

[一般財団法人 自然環境研究センター]

2011年3月11日、東北地方太平洋沖地震に伴う大きな揺れと津波によって、福島第一原子力発電所において深刻な事故が引き起こされ、大気中や海洋に放射性物質が大量に放出された。大気中に放出された放射性物質は風によって移流・拡散し、地表面に沈着して環境を汚染した。

環境省は2011年秋には放射線による野生動植物への影響の基礎的な知見の収集と整理を目的とした取組みを開始し、警戒区域及びその周辺、並びに対照地域において、野生動植物等の試料を採取し、試料中の放射性セシウム(Cs)濃度の測定等を行っている。ツバメ *Hirundo rustica* の巣は泥を主な巣材としており、放射性Csが集積される可能性が高いと考えられたことから、2011年の調査では警戒区域内のツバメ巣から巣材を採取し、Cs-134、Cs-137を測定し報告した。その結果、福島県大熊町のツバメの巣から、最大140万Bq/kgの放射性Csが検出され、警戒区域内でのツバメの育雛時に、周辺よりも更に高い線量の放射線に継続的に被曝している可能性があることが示唆された。本調査では、引き続き警戒区域内におけるツバメの巣の放射性Csによる汚染状況を把握するとともに、放射性物質を含んだ巣で孵化・成育したツバメ雛への生理的影響について、血中の抗酸化物質濃度を指標として評価を試みた。また、Møllerらが報告しているツバメの外部形態異常についても同時に調査した。

警戒区域内において、ツバメの営巣期前期に営巣地点を把握するための事前調査を行い、営巣地点と営巣段階を確認した。産卵している場合には産卵数を確認した。営巣期後期(巣内育雛期)にこれらの場所を再度調査し、雛が成育していた場合、巣内雛から血液を採取した。また、育雛中の成鳥を捕獲し、外部形態に異常の有無を確認するとともに、血液を採取した。採取した血液は、その場で遠心分離機によって血漿と細胞成分を分離し冷凍保存し、分析機関において脂溶性抗酸化物質濃度を測定した。

また、昨シーズンに引き続き、警戒区域内で営巣したと考えられるツバメの巣材を採取した。採取の際には、血液を採取した雛が成育した巣を採取するように努めるとともに採取地の空間線量を測定した。採取した巣材は、 γ 線スペクトロメーター(ゲルマニウム半導体検出器)法により巣材に含まれる放射性核種濃度を測定した。

ツバメはMøllerらによるチェルノブイリ地域における先行研究の蓄積がある一方で、その内容に対する否定的な指摘が英国ポーツマス大学 Smith 教授らからなされる等、野生動植物の中ではある程度の知見が蓄積している種である。警戒区域におけるツバメの被曝影響について、先行するチェルノブイリでの知見を踏まえ考察するとともに、警戒区域等の設定により人為的影響が大きく減少している福島第一原発周辺地域の状況について報告する。

低線量率ガンマ線長期連続照射マウスにおける寿命短縮と、染色体異常頻度を指標とした 低線量率域での線量・線量率効果

田中 公夫

[(公益財団)環境科学技術研究所 生物影響研究部]

原子力など放射線を使用する機会が増加しており、ヒトが極低線量率で長期間連続や頻回被ばくする機会が増加している。しかし、このような被ばくにより生じる生物影響については殆ど調べられていない。(公財)環境科学技術研究所では世界でもユニークな特別の微生物のいない specific pathogen free (SPF) 条件下でマウスに低線量率 ^{137}Cs ガンマ線を長期に照射できる施設を用いて、寿命、発がん頻度、継世代遺伝、がん遺伝子変異、突然変異、染色体異常、非がん影響、脂質代謝や免疫系の変化を調べている。使用している低線量率は 0.05 mGy/22 時間/日(以下各低線量率を 20 mGy/日の様に略して記述; 2.25 μGy /時間)、1 mGy/22 時間/日(45 μGy /時間)、20 mGy/22 時間/日(909 μGy /時間)であり、これらは自然放射線のそれぞれ、約 20, 400, 8000 倍高い線量率に相当する。20 mGy/日の低線量率の照射は私達の研究所では何らかの異常が検出できる陽性対照群として用いている。0.05 mGy/22 時間/日の線量率で約 1 年に相当する 400 日間連続照射をすると、総線量は 20 mGy になり、これは放射線従事者の年間平均被ばく線量限度の 20 mSv に相当する(5 か年で 100 mSv が線量限度)。また、20 mSv は福島第 1 原子力発電所事故後に仮に福島県内の計画的避難区域内の屋外に常時滞在し続けた時のおおよその年間の被ばく線量にも相当しており、環境研が使用している最も低いこの低線量率での長期被ばくの影響の有無を調べることは重要となる。合計 4000 匹のマウスを用いてこれら 3 種類の低線量率ガンマ線を 56 週齢から 400 日間にわたり長期連続照射をしたところ、20 mGy/日と 1 mGy/日の低線量率においては寿命短縮の影響が観察された。ちなみに実験用マウスの平均寿命は約 800-900 日である。この寿命短縮の原因は悪性リンパ腫をはじめとした腫瘍で早期に死亡することであった。これらの結果は低線量率ガンマ線長期照射が腫瘍を早期に発生させるか、腫瘍の増殖を早めていることを示唆している。

染色体異常は低線量率放射線被ばくによる影響も検出できる鋭敏な指標である。マウスに異なるレベルの低線量率のガンマ線照射を最大 400-700 日間行い、脾臓リンパ球の染色体異常頻度を指標として詳細に低線量率域の線量率効果を調べた。FISH 法で検出された転座型異常と二動原体染色体異常頻度は、低線量率(20 mGy/日)の連続照射では 400 日までほぼ直線的に増加した。また、二動原体染色体異常頻度を指標とすると 400 mGy/日から 1 mGy/日まで 400 倍ほど線量率が低下すると異常頻度も低下した。同様に、転座型異常頻度を指標とすると、20 mGy/日から 0.05 mGy/日の線量率間で見られた異常頻度について、加齢の影響を補正する計算をすると線量率が下がるとともに有意に低下し、正の線量率効果が観察された。転座型異常を持つ細胞は二動原体染色体異常を持つ細胞とは異なり被ばく後長期にわたり維持され、一部はクローンを形成し、発がんにつながりかねない。

今回低線量域の照射実験で得られた、発がんや線量率効果の情報は低線量率放射線の生物効果の機構を調べる情報のみならず、放射線防護体系を作る上で重要な情報となる。野生動物は実験用マウスより短命であることから汚染地域の野生動物への放射線影響を考えるには、胎児期、若年期における低線量率ガンマ線で総線量が低線量から中線量になる長期被ばくによる生物影響と被ばく親世代の妊娠率、出産数等の影響と継世代影響を調べる必要がある。本研究は、青森県からの受託事業により得られた成果の一部である。

森林・溪流生態系食物網における放射性セシウムの生物濃縮

-福島県二本松市大沢川の事例-

五味高志

[東京農工大学 農学研究院]

はじめに

福島第一原子力発電所事故によって環境中へ放出された放射性物質の多くは、森林地域に降下蓄積している。これらの地域では、森林の落葉分解、土壌への吸着、河川での流出や砂防ダムでの滞留などによって、流域水系ネットワークを通して、溪流生態系への移動や蓄積が予想される(図1)。本研究では、福島県下における森林流域生態系および森林水系網を通しての流域放射性物質分布、移動、滞留を解明するとともに、森林、溪流、河畔林域の生息環境と食性による汚染を食物網解析から特定し、生物濃縮プロセスを評価することを目的とする。

調査地と方法

調査は、福島県二本松市東和地区大沢川流域で行った。大沢川流域は、口太山を源流とした流域面積 1.7 km² の流域であり、阿武隈川水系口太川の支流上流である。地質は花崗岩であり、年平均降水量は 1320 mm である。流域の約 70% はスギやヒノキの人工林である。流域は砂防指定地であり、調査区間下流部には砂防ダムが設置されている。流路区間 50m を調査域として設定し、森林と溪流内の生物試料を採集した。2012 年 8 月から季節一回計 4 回の調査により季節変動を把握する計画である。ここでは、2012 年 8 月と 11 月の結果の一部を報告する。

生物サンプルは陸域と水域に分けて採取した。陸域ではピットフォールトラップ、ベイトトラップ、ビーティング法により生物試料を採集した。水域では、溪流の流下昆虫、底生動物の種組成と現存量を把握するために、ドリフトネットとサーバーネットによる生物採集を実施した。また、付着藻類の現存量も把握した。放射性核種分析を行うための十分量の生物種を採集するために、D フレームネットを用いた補足採取も行った。魚類については、イワナを捕獲し胃内容物・体長・全長の記録を行うとともに、一部(体長が異なる個体 5 匹程度)は、放射能測定試料として研究室に持ち帰った。

生息環境の評価として、流速、水深、水温、DO、pH、EC、河床構造を記録した。陸域ではリターと表層土壌のサンプル採取を行った。水域では、河床の粒径分布を瀬と淵でそれぞれ 3 か所ずつ河床材を採集した。河床のリターと粗粒有機物(CPOM > 1 mm)、細粒有機物(FPOM < 1 mm)を採集した。流下している浮遊土砂と有機物は積算浮遊土砂サンプラーを設置して採取した。

試料は、実験室にて種同定・乾燥・計量を行った。その後、ゲルマニウム半導体検出器を用いて放射性物質濃度分析を行った。正確なデータを取得するために、ネット面積誤差がネット面積の 10%未満になるまで測定し

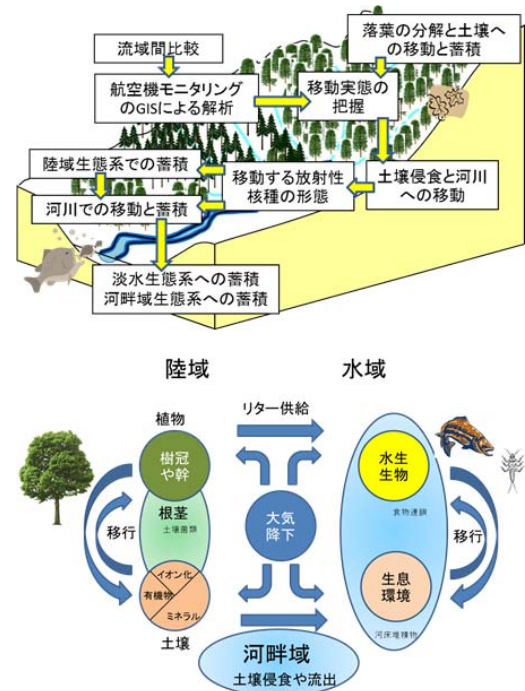


図1 流域スケールでの放射性物質移動と生物濃縮

た。また、食物網の解析のために、試料を1から数個体を分けて粉碎し、炭素・窒素安定同位体比分析をおこなった。

結果と考察

一次生産者の放射性 Cs 濃度 ($Cs-134 + Cs-137$ Bq/kg-dry) は、いずれの流域でも林床リター（主にスギ）で最も高い値を示していた (54293)。水域のスギリターより陸域の方が高い傾向にあることから、降下した放射性 Cs の多くは陸域に残存しており、水域にも流出はしているものの、水域のリターでは放射性セシウムの溶脱や流出が起こっていることが示唆された。

陸生生物の放射性 Cs 濃度は、カエル目 (5118-11179) で高く、サワガニ (4688) やカマドウマ科 (7135) などとも高くなる傾向があった。これらの結果から、栄養段階が高く、地表付近に生息している種は、放射性 Cs 濃度が高くなることが示唆された。しかし、カマドウマ科と同様の生息環境と食性と考えられるオサムシ科 (1624) は濃度が低かった。

水生底生生物の放射性 Cs 濃度は、全体的に陸生生物よりも低い傾向を示し、河床内リターなどの一次生産者の汚染度を反映しているものと考えられた。しかし、生息地と食性が類似しているオニヤンマ (888) とサナエトンボ科 (2208) 幼虫とで放射性セシウム濃度が異なる場合もあり、生物種の安定同位体比による解析、摂取-排出メカニズムを含めた検討も今後必要であると考えられた。イワナでは、年齢と体長が大きくなるほど、体内の放射性セシウム濃度が高くなる傾向があった。また、11月に採取した個体よりも8月の個体の方が、同サイズであっても放射性セシウム濃度が高い傾向にあった。

炭素・窒素安定同位体比分析の結果を図2に示した。陸域、水域ともに、スギのリターを起点とした食物網が形成されていた。水域では、最上位捕食者にイワナが位置しており、下位消費者は、捕食者、CPOM を摂食する破碎食者、FPOM を摂食する濾過食者、付着藻類を摂食する剥取食者の無脊椎動物が位置づけられた。同じ栄養段階にある水生種と陸生種の放射性 Cs 濃度を比較すると、陸生種で高くなっていた。これらは、陸域・水域食物網の基礎となる一次生産物 (スギリター) の Cs 濃度の差に由来すると推察された。栄養段階が高くなることによって放射性 Cs は濃縮されると考えられるが、陸生生物の中で栄養段階が高いオオシロカネグモ (1860) の濃度は他の上位種と比べて低くなる傾向もあった。

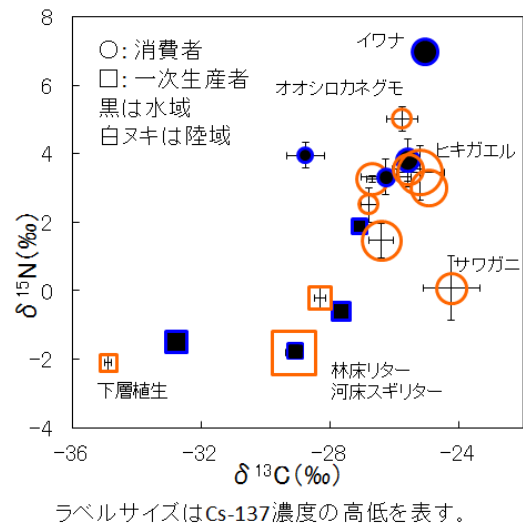


図2 炭素・窒素安定同位体比とセシウム濃度

まとめ

本研究により、森林-溪流生態系食物網における放射性セシウムの汚染実態が把握できた。今後、森林ではリターの分解により、放射性物質の土壌への移行も起こると考えられる。個々の生物種の放射性物質濃度規定する要因を解明する上では、食物網構造の把握とともに、各生物の生息環境および餌資源の汚染度、摂取-排出機構の解明、さらにはその時間的変遷を把握する必要があると考えられた。

沿岸生態系における放射性物質の拡散過程の解明に関する研究

荒川 久幸

[東京海洋大学 海洋科学部]

目的 2011年3月に発生した東北・北関東の地震と津波によって、福島第一原子力発電所は炉心熔融、建屋の水素爆発および冷却水の汚染を原因として、多量の放射性物質を大気中のみならず海中へ放出した。これまでの調査により、多数の水産生物で基準値を超える放射性物質が確認され、現在福島県では操業自粛が続いている。そのためこの放射性物質が今後どのような生物を経過して、どのように拡散するのかモニタリングしていくことは極めて重要である。

本研究では、福島県いわき市(福島第一原発から南55km)、相馬市(福島第一原発から北50km)に定点を設定する(Fig.1)。当該海域を岩礁生態系と砂浜生態系に分け、海底粒子、微細藻類、海藻類、無脊椎動物、魚類の放射性物質の分布やその拡散過程を明らかにする。拡散過程に関しては、①食物連鎖を通じた拡散と②生物移動による拡散について検討する。

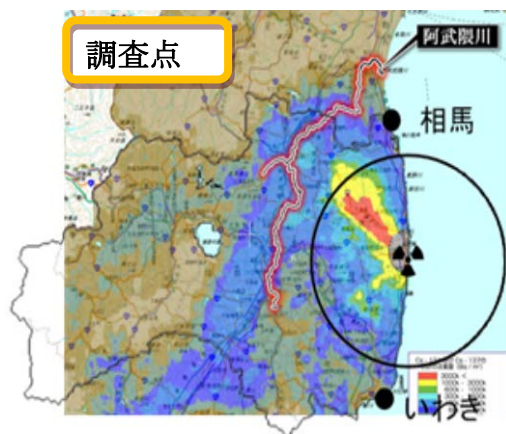


Fig. 1 調査海域

方法 食物連鎖による拡散では両観測点において季節ごとに刺網、曳網、およびダイビングにより各種生物を採取し、放射性セシウム濃度分析および安定同位体比分析を行った。生物移動による拡散に関してはシロメバルおよびアイナメを対象として超音波バイオテレメトリーにより行動調査を実施した。

結果 魚類では、カタクチイワシ等でセシウムが検出されなかったが、その他の多くの種で検出された(Fig. 2)。一方、特にシロメバルおよびコモンカスベ属など底生種で濃度が高かった。無脊椎動物では、多くの種類でセシウムの検出が見られた。魚類ほど高い濃度は見られなかったが、棘皮動物や砂泥底に棲む小型甲殻類で高かった。海藻では紅藻類で高い傾向が見られた。また海底粒子のセシウム濃度は高く、特に比較的大きな粒径で高かった。同じ種類で濃度を比較すると発電所の南で高く、南では発電所に近いほど高かった。

魚類および底生生物の炭素安定同位体比分析の結果、セシウム濃度と食物生物との明らかな関係性は示されなかった。

テレメトリーによるシロメバルの行動調査では、採取地点付近に留まっており、本種の行動による拡散は小さいと考えられた。

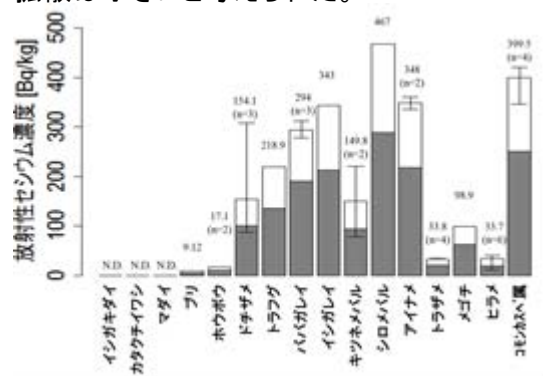


Fig. 2 いわき沿岸魚類のセシウム濃度

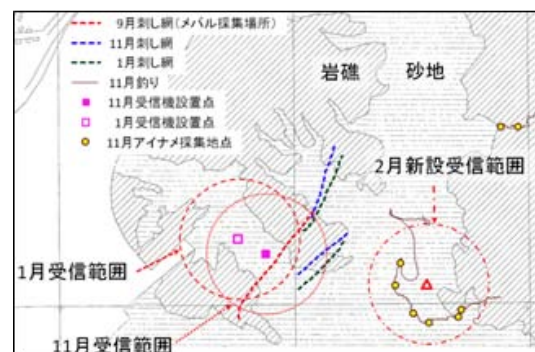


Fig. 3 供試魚の採集場所と受信機の設置場所

栃木県の低線量地域における落葉樹林の林床・シカの放射性降下物の蓄積状況

大久保達弘・小金沢正昭

[宇都宮大学農学部]

栃木県内の低線量地域の落葉広葉樹林生態系の放射性降下物、特に放射性セシウムについて、落葉樹→リター→土壌(→落葉樹)の循環とシカを介した土壌→林床植物(ササ類)→シカ→糞(→土壌)の循環に注目して、県北西部の高原山ほかと奥日光地域を対象にして原発事故後の環境放射能モニタリングを実施した結果の一部を以下の通り共同報告する。

栃木県の異なる空間線量地域における落葉樹林林床の放射性降下物の蓄積状況-1年半後の結果-

(大久保 達弘・逢沢・峰昭(宇都宮大学農学部)・飯塚 和也(宇都宮大学農学部演習林))

2011年3月の福島原発事故により拡散・沈着した人工放射性核種は東日本の広範囲に及び、放射性セシウムの沈着は栃木県が1%(陸地分22%中)で福島県(15%)、宮城県(3%)に次いでいる。落葉広葉樹林では原発事故当時は落葉していたため、放射性核種の蓄積は林床で著しい。沈着後は土壌への浸透、斜面流下、またそのリターの一部はシカなど野生獣の冬季の餌資源ともなっている。また資源利用として栃木県では園芸用腐葉土の生産・販売が全国ルートとして確立しており落葉採取が専門的に行われてきた。事故後、一端各種堆肥の施用・生産・流通の自粛が促された後、各種堆肥は暫定許容値設定(400 Bq/kg)により自粛廃止に至ったが、腐葉土と剪定枝堆肥は引き続き自粛解除なく今日に至っている。

本研究は落葉広葉樹林林床での沈着実態を把握するために、栃木県下のブナ、コナラの落葉広葉樹林を中心に空間線量率の異なる3ヶ所【塩谷郡塩谷町(2)、那須烏山市(1)】で、事故約半年後の2011年秋、1年半後の2012年秋の二時期に、それぞれ空間線量率、表面汚染密度、放射性セシウムの落葉、林床の落葉層(F,H層)、鈳質土層(5cm)の比放射能(Bq/kgDW)の比較を行った。これらの内空間線量率、落葉の比放射能は各地域で減少していた。また、小地域では斜面ほど減少率は高かった。またさらに水平および垂直方向の放射性セシウムの蓄積状況と落葉利用可能性について議論する。

低線量地域におけるニホンジカの放射性セシウムの蓄積と濃縮排泄過程

(小金沢 正昭・田村宜格(宇都宮大学大学院農学研究科))

はじめに

長期間にわたる森林生態系における放射性セシウムの動態や野生動物に及ぼす影響を明らかにするため、栃木県日光市で個体数調整によって捕獲されたニホンジカの放射性セシウムの体内蓄積を測定したので報告する。

調査地および方法

調査地は、栃木県日光市奥日光と足尾である。奥日光は、中禅寺湖湖畔、男体山(標高 2,486m)の南斜面、標高 1,400m から 1,800m の地域。足尾は、松木川の上流、久蔵沢地域である。調査部位は、筋肉(奥日光はもも肉とロース肉、足尾は頸部筋肉)、心臓、肝臓、肺、腎臓、胃内容物、直腸内糞、羊水、胎児(右前肢上腕部筋肉)の9部位である。採取後、生重量を測定し、放射性濃度を測定した。また、採食物としてミヤコザサ他の植物部位を同時に採集し、風乾(80°C、24 時間)した。測定には、NaI(Tl)ウェル型シンチレーション検知器である、オートウェルガンマカウンタ(AccuFLEX γ 7001, 日立アロカメディカル株式会社)を用いた。測定時間は10分間3回、標準計数効率を40%に設定し、資料容器に20mlバイアルを使用し、全放射性セシウム(Cs134と137)と推定される γ 線の放射能濃度(Bq/kgFW)を測定した。本測定では、バックグラウンドは25Bq/kg、70Bq/kg未満の測定値は、検出限界未満(35Bq/kg以下)と検出限界(36~69Bq/kg)に分けた。なお、ここで言う検出限界未満とは、用いた

測定器の検出能力未満であることを言い、数値は示されるが、数値から放射性セシウムの量を判断することは出来ない値である。

結果と考察

本年度は、奥日光で2012年2月14日に27個体、2月21日に14個体の計41個体、足尾で2012年3月11日に37個体を採取し、分析に供した。

ニホンジカにおけるセシウムの体内蓄積

当地域のニホンジカにおける放射性セシウムは、筋肉では検出限界未満は8%(3/38例)、100Bq/kgを越えたのは5%(2/38例)であった。臓器は筋肉と比べて、いずれの臓器も値は低く、100Bq/kgFWを越えるものはなく、むしろ検出限界未満が心臓では12%(10/78例)、肝臓で6%(5/78例)、腎臓で5%(2/41例)、肺は77%(59/77例)であった。羊水や胎児はほとんどが検出限界未満で、それぞれ6%(2/32例)、4%(1/28例)の検出限界の値が認められた。このことから、空間線量が比較的低い当地域(奥日光で10K-30KBq/m²や足尾60K-100KBq/m²)でも、放射性セシウムはシカの体内に広く蓄積していると言える。

ニホンジカにおけるセシウムの摂取、吸収、濃縮過程

胃内容物は、奥日光で平均474±49(SE) Bq/kg DW換算(n=30)、足尾で平均873±83 (SE) Bq/kg DW換算(n=38)であった。また、直腸糞は奥日光で平均896±38(SE) Bq/kg DW換算(n=40)、足尾で平均2,633±134(SE) Bq/kg DW換算(n=37)を示し、胃内容物、直腸糞ともに地域差が明瞭に認められ、足尾の方が奥日光よりも2倍近い高い値を示していた。一方、冬季のシカの餌となる植物部位には、奥日光(2012年4月30日採集)では、ミヤコザサの葉に平均249±77(SE)Bq/kg DW(n=4)、ハルニレの枝先には433-453 Bq/kg DW(n=2)、カラマツの枝先には67-98 Bq/kg DW(n=2)、ミズナラの落葉には222-248 Bq/kg DW(n=2)の放射性セシウムの蓄積が見られ、足尾(2012年4月18日採集)ではススキの地際の越冬葉に588 Bq/kg DW(n=1)、コナラの落葉には299 Bq/kg DW(n=1)、リョウブの枝先に48 Bq/kg DW(n=1)、アキグミの枝先に64 Bq/kg DW(n=1)の放射性セシウムの蓄積が見られた。また、瀬戸(2011)は、奥日光と足尾では冬季の食性に違いが見られ、奥日光ではミヤコザサの葉、落葉、枝先を、足尾ではススキなどのイネ科草本の葉、落葉、枝先を採食していると報告している。これらのことから、当地域の胃内容物と糞の中のセシウム値の地域差は、奥日光と足尾での空間線量の違い、すなわち地表面に沈着した放射線量の違いと当地域のニホンジカの冬季の食性の違いを反映した結果と考えることができる。また、胃内容物のセシウム値は採食した食物に含まれるセシウム値とほぼ同程度の値であるのに対して、直腸糞のセシウム値はそれよりも数倍高い値を示したが、これは筋肉や臓器のセシウム値が胃内容物よりも低い値であったことと考え合わせると、ニホンジカは食物を通して取り入れたセシウムの多くは吸収することなく、他の食物成分の消化吸収を通して、相対的にセシウムを濃縮して、排泄していると考えられる。

福島原子力発電所事故のヤマトシジミへの生物学的影響

大瀧丈二

[琉球大学理学部]

福島第一原子力発電所の崩壊は環境への放射性物質の大規模な放出を引き起こした。この事故の動物への生物学的影響を評価する迅速で信頼に足る実験系は現在のところ報告されていない。我々はここに、この事故が日本で普通に見られる鱗翅目シジミチョウ科ヤマトシジミへの生理的・遺伝的損傷の原因となっていることを示した。第一化の成虫を福島地域で2011年5月に採集したところ、そのうちいくつかは比較的軽度の異常を示した。第一化の雌から産まれたF1には親世代より高い異常が観察された。この異常は次世代F2に遺伝した。2011年9月に採集した成虫の蝶には5月に採集されたものに比べ、より過酷な異常が観察された。同様の異常は、非汚染地域の個体において、外部および内部の低線量被曝により、実験的に再現された。また、野外採集個体および外部・内部照射個体の前翅が福島地域で小型化していることがわかった。この小型化は、温度や緯度によるものではないことも明確である。それらのデータを中心に、福島県内には原発事故以前には正常な個体群が棲息していたという記録にも触れ、長期低線量被曝の生態系への影響について推察する。

巣箱を利用する鳥類における巣材の種類と放射線量の関係

松井晋¹・笠原里恵¹・森本元¹・三上修²・上田恵介¹・渡辺守³

[¹立教大学、²岩手医科大学、³筑波大学]

2011年3月に起こった東京電力福島第一原子力発電所の事故により、多量の放射性物質が陸域や海洋に拡散した。放射性物質が降下した地域に生息する野生動物は、空間線量の増加に伴う外部被曝量の増加や、汚染された食物の摂取による内部被曝量の増加が懸念される。また鳥類の多くは巣を作って卵や雛を育てるが、巣材に放射性物質が付着もしくは取り込まれている場合、巣における空間線量が増加する可能性がある。そこで本研究では、巣における外部被曝量に注目して、事故直後の2011年と事故後2年後の2012年の繁殖期に、茨城と東京の2地域で、巣箱で営巣するスズメの巣箱内の放射線量を測定した。スズメは枯草や枯葉を主な巣材とし巣箱で営巣する。調査をおこなった全ての巣箱の大きさは一定で、巣箱内の γ 線量($\mu\text{Gy/h}$)をガイガーカウンターで測定した($n=44$)。巣箱内の γ 線量は東京よりも茨城の方が高く、茨城では2012年よりも2011年の方がより高い値を示した。

2012年の巣については、巣箱内の γ 線量の測定と同時に、ゲルマニウム半導体測定器を用いて、巣材に含まれる放射性セシウム濃度(Cs-134 と Cs-137 の合計、 Bq/kg)を測定した。巣材の放射性セシウム濃度に巣材の乾燥重量をかけて、各巣の放射性セシウム量(Bq/nest)を推定した。巣内の γ 線量と放射性セシウム量は、有意な正の相関を示した(Spearman $r=0.73$, $P<0.001$, $n=19$)。2012年の東京と茨城における巣材重量と放射性セシウム量の関係を調べた結果、両地域とも巣材重量が増えるほど巣内の放射性セシウム量が増加する傾向を示し、その増加率は東京より茨城の方が大きかった。これらの結果から、(1)東電福島原発事故由来の放射性降下物が沈着した地域では、事故直後の繁殖期には、その翌年の繁殖期よりも枯草を巣材とする鳥類で巣における外部被曝量が高かったとこと、(2)巣の中の放射性セシウム量は巣材の量が多い巣ほど増加し、その増加率は空間線量が高い地域ほど強くなることが示唆された。

またスズメと同所的に繁殖したシジュウカラの巣材($n=6$)の放射性セシウム濃度を測定した結果、主にコケを巣材とするシジュウカラの巣は、スズメの巣材の放射性セシウム濃度よりも高い傾向がみられ、巣における卵や雛の外部被曝量は鳥類種によって異なる可能性がある。

本研究はJSTの国際緊急共同研究・調査支援プログラム(J-RAPID)より研究助成をうけて実施した。

ツバメと水鳥への放射性物質の影響調査

山本 裕

[公益財団法人 日本野鳥の会]

○「ツバメ全国調査 2012」

チェルノブイリ原発事故では、放射性物質の影響により、ツバメに部分白化や尾羽の異常が生じたことが報告されている(Møller, A. P. & Mousseau, T. A., 2006)。福島でも今後同様の現象が起きる可能性があるため、当会では 2012 年 5 月より会員に呼びかけ、情報収集を行っている。2012 年 10 月末までに、計 1,534 件の有効な情報が寄せられた。その結果、部分白化の発生率については全国平均で $5.7 \pm 6.3\%$ 、尾羽の異常は $3.1 \pm 5.3\%$ の割合で見られた。一方で、福島県内(N=176)では、部分白化は 6.5%、尾羽の異常が 0%、隣接する宮城県内(N=31)では、部分白化が 6.5%、尾羽の異常が 3.2%で、いずれも全国平均と比べて、特に高い傾向は認められなかった。

また、会員より、2012 年 7 月に宮城県角田市(福島第一原発から約 60km)において、尾羽の不均一な個体が複数いるとの情報が寄せられ、現地調査を行ったところ、尾羽の不均一な個体が 2 羽見つかった。現地は約 30 巣ほどの巣があり、6 月には 7 羽の該当個体が観察されていた。空間線量は約 $0.1 \mu\text{Sv/h}$ であるが、現地の古巣 5 巣を分析したところ、 $7,200\text{Bq/kg}$ 、 $6,700\text{Bq/kg}$ と比較的線量が高く、平均 $4,050\text{Bq/kg}$ であった。古巣の線量は、通常の土壌に含まれる値よりも高い値であることから、今後もツバメの被爆の可能性や繁殖率など含めた調査を予定している。

○東北・関東地方でのコロニー調査

2012 年 1 月以降、冬期と夏期に、河川と海洋を生息地とする水鳥、中でもサギ類やカワウ、ウトウ、ウミネコを対象にコロニー内外の土壌調査を実施した。調査は、 $3\text{m} \times 3\text{m}$ コドラートを各調査地につき 3 か所設置し、5 点法で、1 サンプル約 200g、計 5 サンプルを採取し、ゲルマニウム半導体検出器により測定した。

2012 年 1、2 月の土壌調査では、福島県内にある 2 か所のサギ類コロニーで、 $24,000\text{Bq/kg}$ 、 $7,900\text{Bq/kg}$ の放射性セシウムが検出された。また、コロニー内の値が周辺部よりも高い傾向が見られた。2012 年 6、7 月の土壌調査では、継続して調査ができた 6 コロニーのうち、5 コロニーで減少傾向が見られた。

海鳥のコロニーである宮城県の足島、岩手県の青松島での土壌の測定値は、それぞれ平均 339Bq/kg 、 400Bq/kg であった。足島ではウトウ 473 羽、オオミズナギドリ 3 羽、コシジロウミツバメ 20 羽に、青松島ではウミネコ 1 羽に標識調査を行ったが、その際、いずれにも異常は認められなかった。

○鳥類の体内への蓄積

岩手県内で有害鳥獣駆除されたカワウ 7 羽から胸筋、肝臓を取り出し、ゲルマニウム半導体検出器により測定したところ、胸筋からは平均 46Bq/kg 、肝臓からは平均 36Bq/kg の放射性セシウムが検出された。

また、福島県内のサギ類コロニーで採取した親鳥のヒナへの給餌物を分析したところ、平均 102Bq/kg (N=4, 最大値 157, 最小値 59)の放射性セシウムが検出された。このほか、足島のウミネコのヒナの死体からは検出されなかった。

○主要河川河口での鳥類調査

流下した放射性物質が、河口付近や低地などで多くなると予想されることから、主要河川の河口や湖沼での土壌の分析と鳥類の個体数調査も継続中である。

福島県内の 2 河川(新田川、鮫川)で高い傾向があり、とくに上流部に飯舘村がある新田川では河口の河床から 2012 年 2 月に $1,030\text{Bq/kg}$ 、7 月に $1,170\text{Bq/kg}$ の放射性セシウムが検出された。

新田川河口には、コハクチョウ、オオハクチョウのほか、オナガガモ、コガモなどが数多く越冬していることから、今後こうした鳥類への影響の有無については調べていく必要があると思われる。

環境放射線の生物影響に関する調査研究

玉置雅紀

〔(独)国立環境研究所 生物生態環境研究センター〕

東日本大震災に伴う福島第一原発の事故により、環境中に多量の放射性物質が放出された。この放射性物質に由来する放射線はヒトのみならず野生生物にも影響が及ぶ可能性が危惧される。しかしながら、これまでの研究では 100mGy を下回る低線量放射線による野生生物への影響を調査した報告例は少ない。そこで我々の研究所では平成 24 年度より野生生物を中心とした低線量放射線による生物・生態系影響に関する調査研究を開始した。現在当研究所において行っている調査研究は、(1)野生齧歯類を指標とした低線量放射線生物影響の長期モニタリング、(2)低線量放射線モニタリング植物の開発、(3)植物の生殖器官に対する低線量環境放射線影響の実態調査、及び(4)菌類(キノコ類・地衣類)を指標とした放射性物質の動向把握である。また、野生生物(魚類など)への放射性物質の蓄積に関する調査も行っている。本報告会ではこれらのうち、(1)低線量被ばくによるアカネズミの繁殖への影響及び(2)低線量放射線モニタリング植物の開発について発表する。

(1) 野生齧歯類を指標とした低線量放射線生物影響の長期モニタリング

環境中に放出された放射性物質による野生生物に対する放射線影響を把握するために、アカネズミを対象とした繁殖影響調査を実施した。アカネズミは北海道から九州にまで広く分布しており、放射線量の高低による影響の比較が行いやすいため調査対象とした。平成 24 年 7 月から 11 月にかけて福島県内(地上 1m 空間線量率が 10~20 μ Gy/hr の地域)、富山県立山市及び青森県十和田市においてアカネズミの捕獲を行った。捕獲用ワナにより福島県内では 70 個体、富山県立山市では 74 個体、青森県十和田市では 74 個体、合計で 218 個体のアカネズミを捕獲した。これらのアカネズミのうち 23 個体(富山県 4 個体、青森県 4 個体、福島県 15 個体)の成獣オス(体重 30g 以上)について、精巣の切片を作製し、精細管における DNA の酸化がどの程度進んでいるのかについて免疫染色法により解析を行った。その結果、福島県内で捕獲したオスの精細管では DNA の酸化の指標である 8-OHG(グアニンが酸化されてできる変異塩基)の出現割合が、対照地域で捕獲した個体に比べて高い頻度で見られた。今後は 8-OHG の定量的な解析を行うとともに、DNA の酸化が塩基置換を引き起こしているのか、また、これが精子の形態等に影響しているのかについて調査を行う。

(2)低線量放射線モニタリング植物の開発

一般に生物では環境からのストレスにより DNA 損傷が頻繁に発生しているが、生物はこの

損傷を修復する機構を備えている。塩基置換あるいは切断された DNA 鎖の修復に関与する相同組み換えはその一つである。本研究では低線量放射線による植物のゲノム DNA への損傷を定量的に評価することを目的とし、細胞における相同組み換えを検出することができる遺伝子組換え植物の開発を行った。モデル植物であるシロイヌナズナに β グルクロニダーゼ (GUS) 遺伝子を 600bp にわたって相同な領域ができるように半分に切断した形 (以下 GU-US とする) で導入した。この GU-US 遺伝子を導入した組換え植物では GUS 遺伝子が正常に機能しないため、GUS タンパク質の基質を与えても染色は起こらない。しかしながら、ある細胞で DNA 損傷がおり、それが相同組み換えにより修復されると GU-US 領域も同時に相同組み換えがおり、GUS 遺伝子が正常な機能を取り戻す。したがって、DNA 損傷がおこった細胞では GUS タンパク質が正常に機能するため染色像を得ることができる。通常この染色像は葉においてスポット状に検出されることから (下図の矢印が検出されたスポット)、このスポットの数を数える事により間接的に DNA 損傷がおこった頻度を定量化することができる。こうして作製した植物が実際に放射線に対して応答することを確認するために、0-75Gy のガンマ線を照射したところ、照射線量に応じてスポット数の増加が見られた。次にこの植物を福島県より採取した放射性物質汚染土壌 (46,000Bq/kg) において実際に栽培し、被汚染土壌で栽培した植物との比較を行った。その結果、この汚染土壌で栽培した植物では被汚染土壌に比べて 2-8 倍のスポットが観察された。この汚染土壌での栽培期間中における積算放射線量は 2.7mGy であったことから、本研究により開発した植物により低線量放射線による DNA 損傷を定量的に評価することができることが示唆された。

ツバメの巣の放射性物質汚染状況

岩見恭子¹・小林さやか¹・柴田康行²・山崎剛史¹・尾崎清明¹

[1. 山階鳥類研究所、2. 国立環境研究所]

はじめに

2011年3月に起こった福島第一原子力発電所の事故で飛散した放射性物質による生態系への影響が懸念されている。山階鳥類研究所では鳥類への放射性物質の汚染状況を把握するため、生息環境別に調査を行うこととした。陸に生息する種では、人為的な環境に適応し、人里や市街地で繁殖するため、継続的な観察や分析に必要な試料を十分に得ることができる種であるツバメ *Hirundo rustica* を選択した。また、ツバメの巣は水溜まり等で集められた泥を用いて作られているが、そうした場所には放射性物質が蓄積している可能性が高い。放射線の悪影響を受けやすい胚の発生やヒナの成長が進む場である巣の汚染は、ツバメの個体群に多大な負の影響を及ぼすおそれがある。本調査ではツバメの巣に含まれる放射性物質を定量的に測定し汚染状況を把握することと、卵や雛の巣における放射線の暴露量を推定することを目的としている。

方法

日本全国にHPや新聞などのメディアを通じて巣の採集を呼びかけ、2011年に利用された巣を収集した。特に福島県については放射線量等分布マップに示されたように汚染度が高い地域も含まれ、このような地域でツバメの巣を採集するために、野鳥の会支部をはじめとする地元の協力を得て重点的にツバメの巣を収集した。採集の際には採取地点や利用状況、周囲の環境を記録し、山階鳥類研究所に巣とともに送付してもらった。放射線の測定は国立環境研究所においてゲルマニウム半導体検出器(γ線検出器)を用いて行った。測定は巣をそのまま形をくずさないよう測定器に入れ、スクリーニング測定を実施し放射性セシウムの濃度を計算した。また雛や卵がどの程度被曝しているのかを推定するために、濃度レベルの高めな試料5巣について、産座における放射線量の測定を行った。ツバメの平均的な抱卵期間を2週間、育雛期間を2週間とし合計4週間の被曝量を計算した。さらに4巣について巣材のふり分けを行い、土壌とワラのそれぞれについてγ線測定を実施し、巣材による線量の比較を行った。

結果

2011年の11月より全国から巣を収集したところ、全国23都道府県から205個の巣が集められた。そのうち104巣が福島県内から集められた。193個について放射性セシウム(Cs137、Cs134)の線量を測定し、重量当りの濃度を計算した。その結果、福島県内の巣すべてから放射性セシウム137と134が検出され、その合計が33Bq/kgと低いものから9万Bq/kgのものまでばらつきがみられた。しかしそれ以外の県では最大でも1万Bq/kgの濃度に留まった。巣の産座に簡易測定器を設置し、巣内での被曝量を推定したところ、最も濃度が高かった巣における抱卵および育雛期間を通じた被曝推定値が1,290μSvであった。巣材として用いられていた泥と藁を分けて線量を測定したところ、重量あたりのセシウム濃度は藁のほうが10倍以上高かった巣がみられた。

考察

巣の放射性セシウム(Cs137とCs134)の濃度は同じ地域内や同じ場所においてもばらつきが見られた。利用された巣の造巣が2011年より前の土台を用いている場合や巣の大きさや形によって測定値に影響が出た可能性がある。全国から集められた巣の測定結果から、福島第一原子力発電所からの放射性物質飛散の影響を受けていないと思われる北海道や鹿児島といった離れた地域では放射性セシウムの濃度は検出限界以下であった。また巣材として用いられている泥と藁でも濃度に大きな差がみられたが、巣全体の重量で96%以上を占める泥からの放射線の影響が藁を上回ると考えられる。

本研究は三井物産環境基金2011年度東日本大震災復興助成を受けて行われている。