

平成 26 年度オゾン・酸性沈着の生態影響評価ワーキンググループ

第 1 回議事概要

日 時：平成 26 年 7 月 29 日（水）14 時～16 時 30 分

場 所：一般財団法人 日本環境衛生センター 東京談話室

出席者：太田座長、金子委員、久米委員、小池委員、清水委員、中野委員、山田委員、渡辺委員（小林委員は都合によりご欠席）

環境省水・大気環境局大気環境課：是澤課長、小林課長補佐

日本環境衛生センターアジア大気汚染研究センター：草川副所長、佐瀬部長、大泉部長、山下研究員

会 議 次 第

1 開会

2 議題

- (1) オゾン・酸性沈着の生態影響評価ワーキンググループの設置について
- (2) 土壌・植生、陸水、及び集水域モニタリングデータの確定について
- (3) 要監視地域における重点モニタリングの開始について
- (4) その他

3 閉会

【配付資料】

平成 26 年度オゾン・酸性沈着の生態影響評価ワーキンググループ委員名簿

資料 1 オゾン・酸性沈着の生態影響評価ワーキンググループの設置について

資料 2 土壌・植生、陸水、及び集水域モニタリングデータの確定について

資料 2-1 平成 25 年度土壌・植生モニタリングデータ

資料 2-2 平成 25 年度陸水モニタリングデータ

資料 2-3 平成 25 年度集水域モニタリングデータ

資料 3 要監視地域における重点モニタリングの開始について

資料 4 越境大気汚染・酸性雨対策検討会に係る今後の予定

参考資料 1 越境大気汚染・酸性雨長期モニタリング計画（平成 26 年 3 月改訂）

参考資料 2 中野孝教 2014. 同位体環境科学 -第 1 講 放射線起源の安定同位体と大気環境研究への適用-. 大気環境学会誌 49, A39-A46.

参考資料 3 オゾンによる可視傷害観察の手引き（案）

議事概要

1. 開会

- ・環境省大気環境課是澤課長より挨拶
- ・出席者紹介，配布資料の確認（佐瀬）
- ・太田座長へ進行役を委任（佐瀬）

2. 議題

（１）オゾン・酸性沈着の生態影響評価ワーキンググループの設置について

- ・事務局（佐瀬）より説明（資料1）
- ・質疑応答

特になし

（２）土壌・植生、陸水、及び集水域モニタリングデータの確定について

- ・事務局（佐瀬）より説明（資料2）
- ・質疑応答1：土壌・植生モニタリングデータの確定について

【中野委員】大山隠岐の土壌データに異常値が含まれているが、解析時にどのように取り扱われているのか？どの値が地点を代表しているか分からない。今後の経年変化などを見る上でも異常値の取り扱いを考えていく必要がある。

【事務局】本件は自治体に問い合わせたが、異常値の明確な理由は判明せず、異常値とみられる値もそのまま含めて報告書とした。土壌に関しては1プロットにつき5点のサブプロットデータが提出されるが、これまでも事務局では平均値等の統計値を算出して報告していない。使用する方の判断で異常値として取り除いていただければよい。

【中野委員】（データ確定資料には）考察がないため、植生データの解析結果の意図が分からない。毎年報告時にある程度の予測をしながらデータをまとめていく方がよい。

【事務局】これまで、5年に一度の報告書の作成時に考察を行っており、年度毎のデータ確定時には特にコメントしていなかった。おっしゃるように、データのみでは理解が不十分な面もあるため、今後は年度毎にも簡単な考察を加えることを検討したい。

【太田座長】事務局からも説明があったが、これまではローリング方式でのモニタリングに区切りが付く5年毎に報告書を作成して考察を行ってきた経緯がある。ただ、毎年データ報告時に、結果が新鮮な段階で、最終的な報告に活用できるように簡単なコメントを付することは有益である。データ確定時でなくとも、どのような形とタイミングが良いかを含め事務局で検討してほしい。

【事務局】データを見て何か気づいたことがあれば、その時点でコメントを記録として残しておき、最終報告書に活かすことができればよい。ある地点で考察された仮説が将来的に別の地点で当てはまる例もある。委員の先生方からのコメントを事務局で受け付けて整理したい。昨年度データで言えば、日光や霜降岳など明瞭な傾向が見られる地点について特に注目する必要がある。

【久米委員】植生データがデータ解析に耐えうる設計になっていない。このままの方法で続けても、10-30年経ったときに大気の影響が（もしあったとしても）拾えない恐れがある。影響の要因が特定できない。システムの改善が必要である。また、自治体によって調査の質がばらついている恐れもある。環境省で実施しているモニタリング1000の手法を参考にできるのではないか。

【事務局】モニタリング1000のデータの活用なども踏まえて検討したい。

【中野委員】リター量や土壌有機物の量は測定しているか。

【事務局】測定していない。

【金子委員】火山灰土壌では含水率が高い。大山隠岐のデータは火山灰の影響もあるのではないか？リン酸吸収係数等を測定して火山灰土壌の判定をするなどしているか。

【事務局】そのような詳細な分析はしていない。現在の調査地点は土壌に注目したものと樹木に着目したものに分かれている。樹木に着目した地域では特定の樹種（例：ブナ）の有無を基準に選定しているため、結果として（酸緩衝能の高い）火山灰土壌が選定されている場合もある。

【太田座長】酸性降下物を評価するために測定した方がよい項目は多い。ただし、全国の多地点において事業ベースで実施している性格上、必要な項目の中でも最低限必要なものに絞らざるを得ない。関連することであるが、試料保存に関するポリシーはあるのか？将来的に新しい分析の手法・評価の考え方などが出てきたときに活用できる。

【事務局】土壌試料は各自治体に保管されている。非公式には少なくとも次回調査までの保管をお願いしているが、スペースが限られているためにそれ以上は難しい状況にある。また、陸水試料は分析後1年間の保管をお願いしている。

【中野委員】現在は例えば水試料であれば数gもあれば多項目元素の分析が可能である。スペースの事を考えるだけならサンプルサイズを減らすことで保管は可能ではないか。少なくとも5年程度の保管は必要ではないか。

【太田座長】長期モニタリングにおいて、試料の保管は重要なテーマである。最低限必要な量や数などを提示して試料が保管できるような仕組みを作る足がかりを示せるとよい。

【環境省】長期モニタリング計画を本年3月に改訂した直後ですぐに反映させることは難しいが、今後の検討課題としたい。

【太田座長】これをもって土壌・植生モニタリングデータを確定とする。

・質疑応答2：陸水及び集水域モニタリングデータの確定について

【中野委員】伊自良湖の現状について、酸性化から回復しているのか？だとしたら原因は？

【山田委員】四日市工業地帯の影響もあると考えられるが、この地域は沈着量が非常に大きい。また、チャート質で、降水の影響が出やすく、降水後に川が濁らない。非常に感受性が高い地域であり、そのような背景もあってモニタリングが続けられていると理解している。20年とりまとめまでの経年変化を見るとpHは徐々に低下してきており、私もこれまで論文等で酸性化を指摘させて頂いた。しかし、それ以降、pHは横ばいか上昇する傾向を見せており、回復の兆しが見えているのかもしれない。上流部での施業の変化なども言われており、注意深く見ていく必要がある。

【事務局】2000年代の始めに間伐が入った。これにより植生の成長量の増加と、それともなう吸収によって硝酸イオン流出が低下した可能性がある。本当に回復したかどうか、前回の報告書においてもはっきり述べるに至っていない。

【中野委員】集水域内で降水の量や化学組成に違いはないか？

【事務局】降水量は3地点で測定されており、そのうち1地点では化学組成を測定している。3地点間の組成の違いは不明であるが、伊自良湖周辺の測定所のデータを比べたところ、顕著な差は認められなかった。現在はこれをもとに、伊自良湖全体の沈着量として計算している。

【渡辺委員】伊自良湖への流入河川の濃度について、2007年くらい以降、振れ幅（季節性）が小さくなっているのはなぜか。

【事務局】流入河川のpHや硝酸イオン濃度が一定になってきており、我々としても、現

を注目している。これが窒素飽和からの回復を示しているか、より詳細な検討が必要と考えている。

【清水委員】（流入河川の）測定間隔は変わらないのか？測定日（採水日）に降雨イベントからの日数等が考慮されているか？

【事務局】80年代半ばまではかなり密に観測されていたが、90年代以降は現在と同様（年4回）の採取間隔になっている。（たまたま）イベント時に重なったときにピークが出るのは確かだが、定常モニタリングではこれを考慮したサンプリングは実施されていない。伊自良湖の観測結果に関しては、2回目のワーキンググループでもご議論頂く機会を設けたい。

【太田座長】 これをもって陸水・集水域モニタリングデータを確定とする。

（3）要監視地域における重点モニタリングの開始について

- ・事務局（佐瀬）より説明（資料3）
- ・中野委員より安定同位体比を用いた起源推定手法についての説明（特に鉛とストロンチウム）

質疑応答

【渡辺委員】 分析にかかる手間はどうか。

【中野委員】 実際はかなり大変である。地球研では本年度、講習会を実施するなどして、共同利用を推進している。是非周囲によびかけて利用してほしい。

【久米委員】 越境汚染等の起源推定について、これは酸性降下物による影響としてだけでなく、大陸からの栄養塩類の供給といった側面もある。より幅広い視野による議論が大切である。ただ、すぐにそうした大きな課題に取り組むのも難しいため、パイロット的に一部のサイトでまずは調査を進めることは大切である。

（4）その他

- ・事務局（佐瀬）より説明（資料4）

質疑応答

【久米委員】（野外でのオゾンによる樹木への可視障害調査について）こうしたことが国の事業としてこれまで実施されてこなかったことは、大変に問題があった。これを機に、ぜひ、しっかりと取り組んでもらいたい。

【渡辺委員】 こうした調査では対象の樹種を厳密に選択する必要がある。可視障害が出やすいものと出にくいものがある。出にくいものについて調査しても徒労に終わる可能性が高い。また、過去の事例を見ても、可視障害の出やすさと樹木成長量とは関連が見られないことが多い。可視障害が古い葉に出やすいことと関連があるかもしれない。いずれにせよ、エビデンス（証拠）としてオゾンでの可視障害の有無を調査することには非常に大きな意味がある。研究レベルで見ても、日本はこうした野外での評価に関しては欧米に遅れをとっているという印象。

【中野委員】 こうした障害のメカニズムは分かっているのか。

【事務局】 近年になってだいぶ明らかになりつつあるが、まだ未解明な部分があるのも事実。

【中野委員】 葉を採取して保管しておくことで将来的に経年変化を調査することは可能か？

【渡辺委員】 オゾン自体はすぐに消失（酸化）してしまうため、試料採取しても影響を明らかにするのは困難である。

【事務局】オゾン化学物質として痕跡を追うことが難しい。そのため、欧州ではフィールドで判明するエビデンスとして、可視障害に着目することが提案されてきた経緯がある。

【中野委員】オゾン影響によって植物の酸素同位体比に差が生じる可能性があるか？

【久米委員】何らかの差が出たとして、それが植物への影響を示唆するものか判断が難しい。

【清水委員】すぐに ICP vegetation の技術マニュアルに沿って調査を実施するのは難しいのではないかと？パイロットモニタリングの担当自治体ではこのマニュアルに沿った調査をするのか？あるいは、まずは有るか無いかだけを見るのか。

【事務局】当面は有るか無いかを確認する。また、マニュアルに沿ったプロット設定は難しいため、対象木とその周辺の樹木を比較して確認する。樹種ごとの可視障害の実例については Web 上で膨大な写真資料が公表されており、そこから確認できる。経年的な調査はその先の話となる。

【太田座長】経験者が確認するのか？専門家でなくとも判断は可能なのか？

【事務局】各担当自治体で定期的なオゾン計のメンテナンス時に周辺を確認してもらうことにしている。将来的には植物の専門家の方に入ってもらい必要がある。基準に従ってチェックすれば、障害の判定は可能と考える。まずは、それに近いものが見えるかどうか確認する。実際に八海山では、可視障害に近いような観察結果が得られている。写真に撮るか、採取してスキャンすることでも判断できる。写真をヨーロッパの専門家に送って検証してもらうことが可能。

【小池委員】（植生データについて）環境省のマニュアルではアカトドとなっているそうだが、現場レベルでは別として、通常はこのような言い方はしない。トドマツとした方がよい。

3. 閉会

- ・閉会挨拶（太田座長）

以上

平成26年度オゾン・酸性沈着の生態影響評価ワーキンググループ

第2回議事概要（案）

日 時：平成27年2月5日（水）14時～16時30分

場 所：一般財団法人 日本環境衛生センター 東京談話室

出席者：太田座長、金子委員、久米委員、小池委員、小林委員、清水委員、中野委員、山田委員、渡辺委員

環境省水・大気環境局大気環境課：藤田課長補佐

日本環境衛生センターアジア大気汚染研究センター：草川副所長、佐瀬部長、大泉部長、山下研究員

会 議 次 第

1 開会

2 議題

(1) 平成25年度モニタリングデータ(土壌・植生、陸水、集水域)の解析内容について

(2) オゾンによる植物影響のパイロット・モニタリングの進捗状況について

(3) 要監視地域における重点モニタリングの進捗状況について

(4) その他

3 閉会

【配付資料】

平成26年度オゾン・酸性沈着の生態影響評価ワーキンググループ委員名簿

資料1 平成25年度モニタリングデータ(土壌・植生、陸水、集水域)の解析内容について

資料2 オゾンによる植物影響のパイロット・モニタリングの進捗状況について

資料3 要監視地域における重点モニタリングの進捗状況について

参考資料1 平成26年度オゾン・酸性沈着の生態影響評価ワーキンググループ第1回議事概要

参考資料2 知床半島におけるダケカンバ林衰退について

参考資料3 オゾン・酸性沈着の生態影響評価ワーキンググループの今後の活動計画

参考資料4 Ground-level O₃ pollution and its impacts on food crops in China: A review (by Feng et al.)

議事概要

1. 開会

- ・出席者紹介, 配布資料の確認(佐瀬)
- ・太田座長へ進行役を委任(佐瀬)

2. 議題

(1)平成25年度モニタリングデータ(土壌・植生、陸水、集水域)の解析内容について

- ・事務局(佐瀬)より説明(資料1)
- ・質疑応答

【小池委員】表2にナラ枯れから回復とあるが、現在は若い木が残っているということか。

【事務局】そうした報告を受けている。

【太田座長】回復ではなく終息とした方がよいのではないか。

【事務局】回復から終息に修正する。

【渡辺委員】伊自良湖では乾性沈着の割合が多いと伝え聞いているが、資料1を見るとそうでもない。実際に乾性沈着の寄与はどの程度なのか？

【事務局】伊自良湖では沈着量計算に用いる気象要因の不確実性から乾性沈着が過小評価されている可能性が指摘されている。例えば、窒素沈着に関しては乾性沈着が2.4倍から5.6倍になる可能性がある。こうした不確実性については既に前回の報告書で議論されているが、この資料にも説明を含める。

【久米委員】伊自良湖の森林について、樹種や林齢等の情報が不足している。

【事務局】集水域内の植生はヒノキ林である。森林の詳細について図2に情報を加える。

【中野委員】陸水モニタリングでは顕著な水質の変化は観察されていない。これは、各サイトが元来持っている自然状態(人為影響の無い状態)における酸性・アルカリ性の特徴が大きくは変化していないということか？酸性沈着影響を考えた場合、各サイト間の元来の酸・アルカリ状態の差をどのように評価するのか？

【事務局】現在のモニタリング実施サイトでは、(自然状態で見られることのある)腐植性酸性の影響は極めて少ないと考えられる。DOCも非常に低い範囲にある。例えば、夜叉ヶ池が比較的酸性であるのは、山頂付近に位置するために降水の影響を受けやすいためと考えられる。沢の池では、1950年代に酸性化が進行して現在のレベルになったことが指摘されている。

【中野委員】各サイトで酸性沈着に対する感受性が異なっているため、その点をさらに整理して示した方がよい。夜叉ヶ池などの酸性状態にある地点では影響を受けやすいが、アルカリ度が高いような地点はすぐに影響を受けることは考えにくい。大気データと1対1で比較した解析など、工夫が必要ではないか。

【金子委員】図5～8について、図中の記号を分かりやすくしたほうがよい。

【清水委員】表2の数字の位置が分かりづらい。図10で7/29にpH及びイオン濃度の著しい低下が見られたとあるが、具体的にどの部分を示しているのか見えづらい。

【事務局】ご指摘の点について、確認した上で修正する。

【山田委員】伊自良湖調査の結果について、水としての流出率(水収支)が情報として示された方がわかりよい。物質の流出量は水としての流出の影響に強く左右される。

【事務局】スペースが限られているため割愛したが、加えるように検討する。

【山田委員】陸水モニタリングでは年4回しか観測していないため、大気からの応答を1対1で評価するのは難しいのではないか。また、夜叉ヶ池と沢の池はpHが低いので沈着

による影響が出やすいが、それ以外のサイトはアルカリ度が高いので緩衝されるために影響が出にくいと考えられる。そのような区分けによる評価は可能。

【中野委員】伊自良湖調査の結果について、各種イオン濃度の季節性が明瞭であるが、pHとの相関はどうか？長期トレンドだけではなく、季節性も考慮した上で、項目間の相関を含めた考察が必要ではないか？大気影響を考える場合、内部プロセスを含めたメカニズムを常に考える必要がある。

【太田座長】長期トレンドの話だけでなく、季節性についてもどこかの段階で議論する必要がある。その辺りも含め、季節性に関する議論をどのように扱っていくべきか？

【事務局】季節性については、昨年度の総合とりまとめである程度議論されており、次回の取りまとめ時にも考慮すべきであると考えられる。ただ、本資料のように毎年の報告時に相関を議論していると、関係性が年によって異なる恐れがある。ある程度データが蓄積された段階で議論すべきであると考えている。

(2) オゾンによる植物影響のパイロット・モニタリングの進捗状況について

・事務局(佐瀬)より説明(資料2および参考資料2)

・質疑応答

【清水委員】(知床半島におけるダケカンバ林衰退について) 実際にオゾン影響が知床で生じるものなのかどうか、現時点では判断材料となる観測データが全くない。まずはパッシブサンプラーを用いたオゾン濃度の観測を実施している段階である。国環研のⅡ型共同研究の中で、来年度にデータが出てくると思われるので、その時点でまた報告したい。

【小池委員】北海道で調査対象樹種が異なるのはなぜか？福岡・新潟と同じ樹種(ブナ)で比較した方がよい。例えば、黒松内町で調査されているブナを対象にしたらどうか。ブナは冷温帯の代表的な樹種として重要であり、感受性も高い。黒松内町であれば、博物館の協力を得てパッシブサンプラーの観測を実施することも可能であろう。

【事務局】黒松内町のブナ林については承知しているが、パイロット・モニタリングは基本的に各自治体の協力の下に実施されている。基本的には各機関が持っている機器類を使用して頂いており、それに対して補助をしているような状況である。新たな地点に移動して観測をお願いすることは現在の枠組みの中では難しい。

【久米委員】このモニタリングはオゾン濃度の連続測定が可能な地点を対象に実施していると考えてよいか。

【事務局】その通りである。以前のワーキンググループでは、パッシブサンプラーを用いた観測も話題には上ったものの、オゾン影響を考えた場合、AOT40等の連続測定で得られる曝露量の指標を用いるべきとの結論となった。その点を踏まえ、特に日本ではほとんど測定例がない山岳地帯におけるオゾン濃度連続測定を、まずはしっかりと実施して実態を把握することを目的としている。そのため、既にオゾン濃度連続測定の実験があり、さらに過去に測定実績のある地点が選択されている。

【清水委員】黒松内町において自治体が観測の体制を整えることは実際には可能と思われるが、結局は使用機器の有無がネックとなる。ACAPで数台のオゾン計を保有して貸し出せるような体制を整えることができないか。

【大泉委員】ACAPでも一部はサポートしている。ただ、特に積雪地帯ではオゾン観測では冬のメンテナンスなど大変である。トラブルに対応できる十分な体制を整えるのは難しい。

【中野委員】知床の例を見ると、実際に症状が見えている。その原因を特定するためにはすぐにでも観測をするべきでないか。

【大泉委員】まずはパッシブで状況を把握するのが第一段階。その上で、明らかに濃度レベルが高いようであれば次の段階に進んだ方が良い。

【中野委員】気象要素など、オゾン影響を低コスト評価できるモニタリング項目はないか。

【大泉委員】低コストという意味ではパッシブが最も適している。分析体制さえ整っていれば、コストパフォーマンスは圧倒的に良い。ただ、そこから得られた観測値から AOT40 等を算出することができない。現在、パイロット・モニタリングで得られている山岳地域での連続値データは非常に貴重なものと考えている。

【久米委員】モデルとの組み合わせで考えるべき。大気モデルの検証データとして利用することで、一般化・広域化を進めていく必要がある。特に今回のデータでは、例えば、昼上昇するのか、夜上昇するのか、といった明瞭な局所性がみられている。観測データを用いて、都市部からの距離、地形等もデータを加味したモデルを作っていく方が、全国モニタリングにつなげるといった意味でより生産的と考えられる。

【渡辺委員】既存の大気モデルは地表部近傍の評価が難しいが、地域的な差はかなり精度良く表現できている。特に移流によるオゾンと地表部近傍のオゾンについて、今回の観測データを利用してさらに精度を高めていくことが可能ではないか。

【久米委員】屋久島での経験から考えて、地表部での攪乱要素を受けにくい地点でのモデルの再現性はかなり高い。

【渡辺委員】北海道で観測している例では、摩周湖でも利尻でも、同じ日に1時間遅れ程度で同様のピークが見られることが多い。越境による影響が大きいという感触。モデルを用いてこうした観測値を再現することが十分可能ではないか。基本的にはどこも同じようなバックグラウンドで、排気ガス等の何らかの局所影響が見られたところで下向きのピークが見られるということではないか。そういう意味では、知床のオゾン濃度は摩周湖と大きくは変わらないと考えている。

【事務局】モデルに関しては、既に前回のワーキンググループで15kmグリッドでの大気移流モデルで計算して頂いていた。ただ、前はパイロット・モニタリングのデータの蓄積が不十分であったため、ある程度蓄積した段階で、またモデラーの方にもご参画頂いて比較・検証できればよい。

【小林委員】今回のデータに関しては、5月に取れたのが良かった。5月は最もシグナルが出やすい時期であり、次回も努力してぜひこの時期の観測を実施してもらいたい。モデルに関して言えば、後方流跡線解析等を組み合わせて低コストで考慮できるのではないか。

【渡辺委員】AOT40の計算対象期間について、着葉期間との摺り合わせをした方が良い。例えば定点写真を使うだけでも、着葉時期は簡単に分かる。植物影響を考えた場合には重要である。

【事務局】欧州だと4月~9月が多い。現地の方の観測だと、5月~10月が最もフィットする6ヶ月間になるとの報告を受けている。

【渡辺委員】(計算対象期間を)6ヶ月にする必要は無いのではないか。フェノロジーに合わせた方が良い。着葉がないときにAOT40を用いるのは過大評価になる。

【久米委員】担当者によって判定基準が異なるため、写真を撮っておくことは大切である。また、こうした植物影響観測の拠点として使える地点は他にもいくつかある。例えば立山では山頂でのモニタリングや定点カメラの設置などが実施されている。これらを結びつけていく必要があるのではないか。

【久米委員】近年、UVの影響が大きいとの報告がある。例えば標高が高いとUVの影響によって葉内のストレスが高まると言われている。単純にオゾンだけを与えたら変色するというわけではないため、これらの項目を同時に考慮する必要がある。

【太田委員】パイロット・モニタリングの地点では他の気象要素は測定されているのか？

【事務局】 オゾンのみ測定している。検討課題とする。

【久米委員】 オゾンの自動測定に比べれば、自動撮影などははるかに低コストで設置できる。

【太田委員】 ぜひ検討して頂きたい。

(3)要監視地域における重点モニタリングの進捗状況について

・事務局(佐瀬)より説明(資料3)

・質疑応答

【山田委員】伊自良湖で 60 cm の深度から土壤水を採取できるのか？チャートなのでサンプラーの設置が難しく安定した採水が困難であった経験がある。降水が直接採水部に影響していないか？また、小さな流域であるため降雨応答が早い。2 週間のサンプリング間隔で降雨応答に対応できるのか？データの読み方に注意が必要であろう。この地域で 30 分間隔の集中サンプリングを実施したところ、水質の急速な変動が観測されている。水の同位体比から見ると、硝酸イオンの流出時には降水由来のものが多かったため、硝酸のピークについては発表された通りの現象が起きていると考えている。また、この地域の地質はチャートということになっているが、実際に沢の水を調べていると、スポット的に電気伝導度が高くなる（イオン濃度が高い）例がある。同位体比の話とは別に、こうした硫酸イオン濃度の局所変動は、硫黄の起源が土壤の表層より地質にある可能性を示しているのではないか。可能であれば伊自良湖周辺の沢の水を調査するとよい。

【事務局】土壤水については、ご指摘のようにサンプラーを設置するのが困難であり、深さ 60 cm の採水は土壤深度が比較的深い斜面下部でのみ実施している。ただ、斜面下部における代表性は確保できていると考えている。深さ 20 cm のサンプラーについては斜面の上中下で実施しているが、設置当初は安定的な採水ができなかったため、始めにサンプラーを多めに設置した後に、うまく採水できたサンプラーのみを残して採水を続けている。採水が安定的に開始された 9 月以降のデータを用いている。設置に際しては、(素焼き部分に土壤が密着するように工夫して)直接的な降水の侵入がないように気をつけている。採水期間内の減圧は維持されているので、極端な降水の影響はないのではないかと。

【中野委員】地質的に同質である琵琶湖周辺の観測例から見ても、この地域での -10‰ 程度の硫黄同位体比は十分にあり得ると思う。伊自良湖周辺の集水域で調査してみれば、おそらく -13‰ とまではいかなくとも、平均で $-8\sim-10\text{‰}$ 程度の同位体比が測定されるのではないかと。一方、流入と流出の差を過去に蓄積された大気由来硫黄の流出に求めた場合、そうした大気由来硫黄の同位体比が -10‰ より低くなるとは考えにくい。その上で、大気影響を考慮すると、降雨イベント毎の土壤からの硫黄流出に着目する必要がある。例えば、降雨イベントの流量の増加時に（土壤に蓄積された硫黄が流出することで）同位体比が上昇する傾向があるか、検証する必要がある。

【事務局】緩やかに見られる同位体比の季節変動は、水位（流量）と同様の傾向を示しており、（土壤からの硫黄流出）プロセスを支持していた可能性がある。

【金子委員】化石燃料の硫黄の同位体比が異なる要因は？

【中野委員】地質時代によって海水中の硫黄同位体比が異なっていたためである。例えば中東の石油なら 6 千万年程度前の海水の同位体比を反映している可能性がある。さらに、石油に含まれる還元態の硫黄の場合、その生成時に大きな同位体分別が生じる。つまり、母材と生成過程が反映されている。日本の渓流水の場合で考えると、こうした大きな負の値が出る例としては、堆積岩の場合が多い。

【中野委員】降水は負の値を取ることではないため、基底流として大きい負の値を示すところに大気由来の比較的高い値の同位体比を持つ硫黄が流入することで、なんらかのレスポンスが見られるのではないか？

【太田座長】過去に伊自良湖と同程度の大きな硫黄沈着があり、地質的には異なる地域において、追加的な調査を実施する必要があるかもしれない。

【中野委員】この結果が地域を代表するものかどうかを確かめるためにも、一度、周辺の沢から採水して確認するとよい。

【太田座長】今回の結果から、起源の異なる硫黄が多く存在することは分かってきた。これをさらに確かめるため、今後の作戦を考えていく必要がある。

【中野委員】鉛は基本的に大気由来のものがほとんどである。鉛やストロンチウムなど、他の元素の同位体比の情報と組み合わせることで、さらによく分かってくるのではないか。

(4) その他

- ・事務局(佐瀬)より説明(参考資料3及び4について)
- ・質疑応答

【小林委員】(日本の農作物へのオゾン影響評価について) これまでに蓄積されてきたオゾン濃度データをもっと活用して、気象のデータを考慮しながら、(オゾン濃度による作物影響の) シグナルを検出できないか検討している。様々な要因の中で、オゾン影響が有意に検出できるような解析ができると、より説得力が増すのではないか。統計情報が充実している日本でなら可能ではないかと考えている。

3. 閉会

- ・閉会挨拶(太田座長)

以上