

令和2年度環境放射能監視検討会

日 時：令和3年2月19日（金曜日）

午後3時30分から

場 所：ホテル白萩 3階 萩

1. 開 会

2. あいさつ

3. 検討事項

イ 空間ガンマ線量率の監視における0.1mm雨量計の有用性について

○座長(安藤次長) それでは、しばし座長を務めさせていただきます。

早速ですが、今申しましたとおり、検討事項を2つご用意しております。

1つ目の検討事項イ、空間ガンマ線量率の監視における0.1mm雨量計の有用性についてについて、事務局のほうで説明願います。

○宮城県(木村幸由) 宮城県環境放射線監視センターの木村幸由と申します。

私からは、資料-1、空間ガンマ線量率の監視における0.1mm雨量計の有用性について、その調査した結果をご報告申し上げます。

失礼ですが、説明の都合によりまして、前方にて説明させていただきます。

それでは、お手元に配付しております資料-1、もしくはこちらのスクリーンをご覧くださいければと思います。

それでは、早速説明させていただきます。私からは、こちらの内容に従いましてご報告申し上げます。

初めに、放射線監視における雨量計の位置付けについてご説明した後、0.1mm雨量計の設置に至った経緯を申し上げまして、その次に0.1mm雨量計の有用性について検討した結果をご報告いたします。

それでは、まず、放射線監視における雨量計の位置付けについてです。

スライド3番目をご覧ください。

まず、こちらの位置付けですけれども、ご存じのとおり、降雨時及び降雪時は、こちらの図で示しておりますように、雨水に含まれる天然放射性核種の影響によりまして空間ガンマ線量率が一時的に上昇するということが知られております。このため、モニタリングステーションには、空間ガンマ線量率の特定結果の評価に活用することを目的としまして、こちらの写真で示しているような感雨器ですとか雨量計による測定を行っております。そして、その測定した結果と、あとはNaIスペクトルの結果のほうを基にしまして、この空間ガンマ線量率の上昇したときの結果を評価しております。

この気象観測については、国が策定した指針にも記載があります。具体的には、こちらの資料にも掲載しておりますけれども、現在使われております平常時モニタリングについて、こちらは原子力災害対策指針補足参考資料として、原子力規制庁において平成30年4月に策定されたものです。こちらの内容には、具体的に気象要素の計測というふうに記載がありまして、前半の部分は省略させていただいておりますけれども、モニタリングと密接に関連する主な気象観測項目として、こちらに赤字で示しておりますように、降水量、それから感雨が掲載されています。

また、この測定に当たりましては、気象庁の検定対象となっているものについては検定に合格したものを使用することとし、気象観測は気象業務法に従うというふうに記載されております。

なお、こちらの指針については、平成30年4月に策定されたものですが、それ以前にも旧原子力安全委員会が決定しました同様の指針がございまして、そちらにも全く同じ内容が掲載されていまして、当県では以前からその降水量及び感雨を計測していました。

先ほど、この指針の中に、気象庁の検定となっている気象測器については、検定に合格したものを使用することと記載されておりますけれども、この気象業務法におきまして、検定の対象となっている気象測器が定められております。

雨量計に関しましては、貯水型雨量計と、あと転倒ます型雨量計というのがありますけれども、本県におきましては、検定対象となっている転倒ます型雨量計のうち、最も少量から測定できる0.5mm雨量計を用いて測定を行っております。また、その検定の有効期間は5年間と定められておりますので、5年ごとに気象庁の検定を受けた気象測器に更新しております。

なお、参考にですけれども、0.1mm雨量計は気象庁の検定の対象外とされております。

次に、0.1mm雨量計の設置に至った経緯について説明します。

実際に、空間ガンマ線量率と気象観測装置による測定結果のデータを蓄積していきますと、0.5mm雨量計では観測できない程度のごく少量の降雨時にも、空間ガンマ線量率が調査レベルを超過することがあるということが分かりました。実際、そのときにスペクトルを確認しますと、天然放射性核種、特にウラン系列であるビスマス214などによって空間ガンマ線量率が上昇したことをその都度確認しておりました。したがって、0.5mm未満の降雨によって、空間ガンマ線量率が上昇したということが考えられておりました。

また、このときには、感雨器による計測も確認されましたけれども、実際、感雨器は海からの強風によって巻き上げられた海塩粒子などによっても感応することが分かりました。

そこで、この中間を測定できないかと考えまして、女川局にさらにごく少量の雨量でも測定できる0.1mm雨量計を設置し、空間ガンマ線量率の監視における有用性について調査することといたしました。具体的に調査した項目としましては、降雨初期における降雨増分率及び感雨器の代替機としての活用の可否について検討しました。

それでは、有用性の検討に当たっての調査方法についてご説明します。

まず、気象観測に用いた機器についてご説明します。感雨器につきましては、こちらの写真に示すような円錐型の感雨面を持つ機械を用いております。また、0.1mm雨量計、0.5mm雨量計については、転倒ます方式の雨量計を用いております。

具体的な構造をこちらの図で示しております。感雨器については、まずこの黄色い部分で示したところにくし形の電極が貼り付けられておりまして、そちらに雨粒が接触しますと雨として感雨することになっております。

一方で、0.1mm雨量計、0.5mm雨量計につきましては、転倒ます方式となっております。受水口のところに降った雨がろ水器を通りまして転倒ますに流れ込みます。この転倒ますが一定量になりますと傾いていたものが反対のほうに転倒しますので、それによって、転倒したことをパルスとして発信することによって雨量を計測するというものです。0.1mm雨量計と0.5mm雨量計の構造的な違いは特にございませませんが、0.1mm雨量計につきましては、0.5mm雨量計に比べて受水口が広く取られており、さらに転倒ますの水量も小さい単位で転倒するようになっております。そのことによって、ごく少量の雨でも計測できるという構造になっております。

次に、調査した内容です。

まず、1つ目である降雨増分率についてです。

降雨増分率の確認方法は、令和2年の1年間のデータを抽出しまして、そして以下に示すような式で降雨増分率を算出しております。

この降雨増分率の算出の式をイメージでお示しします。こちらは例としまして、空間ガンマ線量率の平常時の値が50nGy/hであったものに雨が降って、そして線量率が上がったものという模式図を示しております。この図ですと、9時20分に0.5mmの雨量があり、そのときの空間ガンマ線量率は54.8nGy/h、9時30分には1.5mmの降水があり、このときには60nGy/hになっていたというふうにしております。

こちらの模式図を基にして降雨増分率を算出する際ですが、まず、9時20分の計算につきましては、まず平常時の50nGy/hから、0.5mmの雨量によって4.8nGy/h上昇したと考えられます。したがって、この $4.8 \div 0.5\text{mm}$ で9.6nGy/h/mmと算出しております。一方で、9時30分の降雨

増分率につきましては、この54.8nGy/hから、1.5mmの雨によりまして60nGy/hまで上がっておりますので5.2nGy/h上昇したと。したがって、 $5.2\text{nGy/h} \div 1.5\text{mm} = 3.5\text{nGy/h/mm}$ と算出されます。よって、この結果から、9時30分のときの雨よりも9時20分の雨のほうが、天然放射性核種の濃度が濃い雨が降ったものと推測することができます。

2つ目に調査した内容です。内容としては、調査レベル超過時の雨量を確認しました。

調査方法につきましては、平成28年の1月1日から令和2年12月31日までの5年間の全期間につきましてデータを抽出し、調査レベルを超過した日を抽出しました。さらに、その調査レベルを超過した日、全部で291日ありましたが、そちらをこの4つのパターンに分類しました。

1つ目の分類は、0.5mm以上の降水があった日です。

なお、この感雨器「有」、雨量計「有」というふうになっておりますのは、1日の中で1回でも感雨があれば感雨あり、雨量計で1回でも計測があれば雨量計による計測ありと判定しております。

失礼しました、この分類ですが、0.5mm以上の降水、0.5mm未満の降水、感雨のみ、降水なしとしております。

それでは、調査の結果についてご報告します。

まず、1つ目の降雨増分率の結果です。

まず最初に、この図の見方を説明します。まず、濃い青で書いた線が空間ガンマ線量率の推移です。そして、その下にあります黄色い線が0.5mm雨量計による測定値、そしてさらにその下にあります水色の線が0.1mm雨量計による計測値です。

なお、ここのゼロのところにも線が引いてありますが、これは感雨があったことを示しております。

そして、この図の上のほうに緑色とオレンジ色の点がありますが、緑色の点は降雨増分率、0.1mm雨量計による測定結果を基にしたものを載せております。そして、オレンジ色の点は、0.5mm雨量計によって算出した降雨増分率を示しております。こちらの結果につきましては、令和2年1月13日、冬の測定値、あと右のほうには令和2年7月10日、夏の測定値を掲載しております。

まず、こちらの冬のほうのデータを基にご説明します。この1月13日には、午前3時台からの感雨雨量によりまして空間ガンマ線量率が少しずつ上昇しておりましたけれども、0.1mm雨量計は比較的早い段階から計測カウントを始めておりました。そして、それを基にして算出した降雨増分率も、早い段階から求めることができます。

実際に、その測定結果ですけれども、この緑色で示した降雨増分率で確認しますと、降雨初期のほうは一番高いもので約30nGy/h/mmと高い値を示しておりましたけれども、雨が進むにつれて、時間がたつにつれて、この降雨増分率は下がってきていたということが分かります。この事象については、もともと雲の中にあるときに雨粒に含まれていました天然核種に加えて、大気中を漂っておりました放射性核種を含むちりを降ってくる間に吸着することによりまして、降雨初期はこの降雨増分率が高くなったものと考えております。そして、雨が続きますと、大気中の放射性核種を含むちりは少なくなってくるので、単位雨量当たりの降雨増分率が低くなってきたものと考えております。

また、この夏の結果と冬の結果を比べますと、比較的冬のほうが高い値を示しております。これは、冬は大陸気団、大陸由来の天然放射性核種を多く含む気団が日本に到達していたために少しの雨でも線量率が上昇しやすいということが分かっておりますので、それを降雨増分率で確認したものと考えております。

そして、0.1mm雨量計と0.5mm雨量計の測定結果の比較ですけれども、やはり0.1mm雨量計はかなり降雨の初期の段階から測定することができますので、この降雨増分率の変動をより細かく確認することができました。

2つ目の調査項目です。調査レベル超過時の雨量の確認です。

先ほどご説明しました分類表に基づいて日数を分けましたところ、0.5mm未満の降水、0.1mm雨量計の計測があったものの、0.5mm雨量計による計測がなかった日につきましては4日、そしてさらに雨量計による計測がなく、感雨のみあった日は4日ありました。なお、降水なしで調査レベルを超過した日は、この5年間ではありませんでした。

具体的に、この分類2及び分類3に該当する日を下のほうに掲載しております。このように、0.1mm雨量計で観測できない程度の微量な降雨時にも、調査レベルを超過する可能性があるということが分かりました。

具体的に、分類2及び分類3に該当した日の時系列図を、本スライド及び次のスライドでお示しします。

まず、こちらのスライドは、分類2、0.5mm未満の降雨で調査レベルを超過した日を示しております。この図の見方ですけれども、黄緑色の線が空間ガンマ線量率、そしてその上の青い点及び青い線は感雨及び降水量を示しております。降水量ゼロのところにあがっているものは感雨があったとき、そして上に少し出ているものについては、0.1mm雨量計による計測があったときのデータです。

こちらの結果を確認いただきますと、赤い矢印で示しているところが横線で引いている調査レベルを超えたときなんですけれども、いずれもごく微量の雨によって調査レベルを超えていたということが確認できます。

さらに、分類3、感雨のみで調査レベルを超過した日をこちらに示しております。先ほど示したような雨量計によるカウントはありませんでしたので、降水量の山がありません。その場合においても、この赤い矢印で示しますように、空間ガンマ線量率が調査レベルを超過していたということが確認できました。

具体的に、この0.1mm未満の降雨、感雨のみの降雨で調査レベルを超過した要因を分類しました。大きく3つ考えられまして、1つ目は土壤水分率の低下、2つ目は大気の安定、3つ目は大陸気団の影響が考えられました。

まず、1つ目です。土壤水分率の低下です。土壤水分率が低下しますと、地中からのガンマ線が水によって遮蔽にくくなりますので、空間ガンマ線量率のベースラインが上昇するということがこれまでに分かっております。

失礼しました、すみません、お手元の資料では、この右のところ、一番右の日を「平成30年12月13日」と書いてありますが「令和2年12月13日」の間違いでしたので、訂正申し上げます。すみません、調査結果の説明に戻ります。

0.1mm未満の降水で調査レベルを超過した日を矢印で示しておりますけれども、いずれもその前後で降水量が少なく、土壤水分率がこのように低下している日であったということが確認できます。

さらに、令和2年12月13日の結果を拡大してお示ししますが、雨が少なかったためにこのように土壤水分率が低下してきておりまして、空間ガンマ線量率の日平均値もこのように、10月よりも12月のほうが高くなっていたということが確認できます。

2つ目の要因ですが、大気の安定が考えられます。こちらは、参考に平成28年7月18日の結果を示しております。この時系列図の紫色で示すところが、女川局で測定しておりますラドン濃度です。この平成28年7月18日ですけれども、夜間は大気が安定しておりまして、女川局周辺の地表にはラドン及びその子孫核種であるビスマス21など4の天然核種が滞留していたため、空間ガンマ線量率が日中よりも高い値で推移しておりました。そこにごく微量の降雨があったため、調査レベルを超過したものと考えております。

3つ目の要因です。3つ目の要因としては、大陸気団の影響です。こちらは、例としまして令和2年12月13日の時系列図を示しております。この12月13日、ちょうど線量率が上昇したと

きの気団がどこから来たのかということ、アメリカ海洋大気庁のホームページを見まして流跡線解析を行いましたところ、大陸側から気団が到達していたということが確認できました。したがって、この感雨観測時の気団というのは、大陸由来の比較的天然核種を多く含む大気であったということが考えられます。

以上の結果をまとめます。

0.1mm雨量計の利点と欠点ですけれども、まず利点につきましては、降雨初期の降雨増分率を算出することができるということが今回の調査で分かりました。また、欠点としては、0.1mm未満の降雨でも調査レベルを超えることがあるということが分かりましたので、したがって感雨器の代わりに用いることはできないと考えられました。

また、途中で説明は省略いたしましたが、融雪によって0.1mm雨量計による誤計測が発生することがありました。具体的には、降雪があった日の翌日、晴天の日に0.1mm雨量計がカウントするということがありました。こちらの原因としましては、0.1mm雨量計には雪を溶かすためのヒーターがついておりませんので、降雪が0.1mm雨量計の受水口にたまりまして、翌日の日中、太陽の熱によってその雪が溶け、0.1mm雨量計がカウントしたものと考えております。したがって、0.1mm雨量計のみで降雨量を計測することは不相当と考えられました。

ここまでの、これまでに調査した結果です。今後も、現在設置している0.1mm雨量計による観測を継続し、知見を得ていきたいと考えております。

以上で説明を終わります。

○座長 説明ありがとうございました。

ただいまの説明につきまして、先生方、何かご意見、ご質問等ございましたらお伺いいたしますが、いかがでしょうか。どうぞ、関根先生、お願いします。

○関根委員 どうもありがとうございました。いろいろな新しい考え方で、前向きな気持ちでいろいろ調査されたんだと思います。

それで、1つ教えていただきたいんですけども、降水率、0.1mmになるまでの時間というのがありますよね。それと、放射線の測定値は10分値になりますよね。そうすると、降水の時間当たりのその速さによって放射線の測定時間との関係が変わるような気がするんですけども、その辺について教えていただきたいというのが1点です。

それからあとは、途中で示していただきましたあの例の土壌の水分率と、それからバックグラウンドの関係ですね。一定の場所で測っていると、ある程度の相関が見えるんじゃないかなと思います。水分率の上昇や減少の影響が定量的に分かってくると、それぞれの地点の基礎知

識として持っていることができるなと思いました。有用になる可能性がありますので、またそれについても教えていただきたいと思うんです。その2点です。

○座長 事務局のほうでよろしくをお願いします。

○宮城県（木村幸由） ありがとうございます。

まず、本日お示ししたデータですけれども、この0.1mm雨量計につきましては、2分値も計測しておりまして、降雨増分率の計算に当たりましては2分値を用いておりました。

この降雨増分率については2分値で見るほうが適当であると考えておりますので、今後もそのようにして継続して観測していきたいと思っております。

また、2点目の土壌水分率につきましては、確かに定期的に土壌水分率が低下しますと空間ガンマ線量率が上昇するという事は分かっておりますが、なかなか定量的に調査するということまでは至っておりませんでした。

モニタリングステーションの設置している周辺の環境ですけれども、比較的真っ平らなところというのはなかなかなく、そして斜面に隣接しているところもありますので、その斜面の表面が土壌なのか、そうではないのかですとか、または平らなところも、例えばアスファルト舗装されていないのかですとか、そういったところも踏まえてさらに評価していく必要があると思います。

具体的には、その検出器の北側、南側、東側ですとか、そういったどの方向からどれぐらい空間ガンマ線量率が来ているのかというところを分別しまして、そしてその土壌水分率がこれぐらいだったときには空間ガンマ線量率がこういうふうに推移していたですとか、そういった統計が取ればもっと分かるのかなとは思っておりますが、それは今後の課題としております。

○関根委員 どうもありがとうございました。最初のところは、ほとんどのところが10分値で普通は計測されているデータになっていると思いますので、その中身を詳しく見るということをして今されているということですね。ほぼ理解しました。

2番目のところは、今おっしゃられたとおりで、それぞれのところで全部事情が違います。その事情を何らかの形でちゃんと表せるようになるとそのほかの要因が何かなどが見えてくることになるかなと思いました。ぜひいろいろ、せっかくあるデータですのでいろいろな相関を取って、知識を、知見を深めていただければいいかなと私は思いました。

あとは、最終的にですが、有用性というタイトルで今お話しになっていて、有用でしたか。

○宮城県（木村幸由） 実際、降雨増分率を詳細に見るという点では確かに有用ではあったんですが、実際測定してみますと、宮城県内は雪が降るということもありまして、なかなか冬の監

視には向かないなというのが正直なところです。

実際、雪が降らない地域、例えば九州の佐賀県なんかですと、0.1mm雨量計を用いて実際に測定を行っているという事例はあるんですが、なかなか雪が降る地域、日本海側ですとか東北、この辺ではこういった0.1mm雨量計を使っているという事例もございませんでしたので、ここも含めて考えますと、何か難しいかなという点はございました。

○関根委員 どうもありがとうございました。ほかのところのそういう有用なデータというか、他の県で使用されている有用なデータというのは比較の対象になると思いますので、それも踏まえて我々のところも評価されたらいいかなというふうに思います。どうもありがとうございました。

○宮城県（木村幸由） ありがとうございます。

○座長 関根先生、いろいろアドバイスいただきまして、ありがとうございました。

そのほかございませんでしょうか。どうぞ、山崎先生、お願いいたします。

○山崎委員 いろいろありがとうございます。

ちょっとまず確認ですが、0.1mm雨量計についてはヒーターなしで、0.5mmのほうはヒーターありということによろしいですか。

○宮城県（木村幸由） まず、構造としましては、おっしゃるとおり、0.5mm雨量計にはヒーターがついておりますけれども、0.1mm雨量計にはヒーターがついていないというのが実情です。実際、0.1mm雨量計でヒーターがついているものを頼みますと、ちょっと市販されていないという状況です。

○山崎委員 分かりました。そうとなると、既にお話もありましたけれども、雪の場合には融雪のときに後から出てきてしまうという話がありますが、逆に降っているときは恐らくカウントできない状態になると思うんですね。

あと逆に、ヒーターをつけることによって、実は弱い雨を検出しにくくなるということが、壁面にくっついた水滴が蒸発してしまっていて、うまく下まで、うんと弱い雨だと流れなくなるといったものもありますので、そこはちょっと一長一短のところがあると思います。

それからあと、0.1mmの雨量計ですと、当然感度としてはよくなるんですけれども、いずれにしても、転倒ますとかそういうますにためのタイプの雨量計ですと、降り始めはどうしてもまず壁面がある程度濡れないと下のためているところに水が落ちてこないで、最初の降り出しというのは、たとえ0.1mmの雨量計でもなかなかやっぱりカウントしにくいというのは一般的な特性としてあるはずなんです。ですので、そういう意味ではちょっと、感雨計と同じように最初の

降り出しを検出するというのはなかなか難しいかなと思います。

ただ、感雨計の代わりにはならないというお話でしたが、感雨計そのものは国の指針で測ることが求められているものですから、仮に0.1mmが感雨計の代わりに使えそうだとすると、感雨の観測は継続しないといけないということですよ。

○宮城県（木村幸由） ありがとうございます。

まず、おっしゃるとおり、ある程度、この0.1mm雨量計の周りについてものについては、下に落ちてこない、転倒ますに入らないと計測できないものですので、本当に初期の頃のは難しいかなというところがあります。まず、定期点検におきましては、水をごく少量垂らしましてもすぐにつるつると下のほうに垂れていくということは確認しておりますけれども、本当に小さい雨粒についてはというところがあるかもしれません。

そして、感雨器の代わりにつきましては、確かに、仮に0.1mm雨量計が感雨器の代わりになるとしても、国の指針に定められているとおり、感雨器による計測は必要かなと感じております。

○座長 山崎先生、いろいろご助言ありがとうございました。

そのほかございませんでしょうか。

じゃあ、ちょっと事務局のほうから、フォローをよろしくお願いします。

○宮城県（中村） こちらのほうで今説明させていただきました資料なんですけれども、すみません、1点だけちょっと修正がございまして、平成28年の1月1日から令和2年の12月31日までということで、日数のカウントを「1,826日」というふうに書いておりましたが、こちらのスライドのほうですと11ページ、12ページ、14ページにそれぞれ、平成28年1月1日から令和2年12月31日ということで「1,826日」とありますが、こちらは「1,827日」になりますので、すみません、申し訳ございません。

あとあわせて、事務局ということで、今、木村のほうからもお話しさせていただいた件ですけども、いろいろと先生方から貴重なご意見、あとは構造的な部分、あと監視の部分というところでいろいろとお話があるかと思っておりますので、本日いただきましたご意見をまた踏まえまして、また調査研究の在り方というんですか、その考え方といったところをまた改めて整理していきたいというふうに思っておりますので、今後ともよろしくお願ひしたいと思っております。

○座長 どうぞ、山田先生、お願ひいたします。

○山田委員 今までの報告がほとんど、異常値出るのは雨のせいだと言われてきていたんですね。の前かその前あたりだったかなと思うんですけれども、雨がいないのに何でこんなに高いんだと

というような議論が出て、こういう話になっていたと思うんですけども、今回の調査も非常に緻密にやられて有用だと思うんですが、これからこういう異常値が出たときの説明をどういうふうにするかというのが問題になろうかと思うんですね。

そういう意味で、このかなり少ない雨の量の測定で異常値の上昇したのをすべて説明ができるのか、という問題があると思います。例えば、雨による影響が、全体を通して例えば90%はこの降雨によって異常値が出るんだとか、あとの10%はちょっと今のところ分からないけれども、ほかの理由でこの異常値が出るんだとか。でも、異常値自体は本当にバックグラウンドを評価する上で大事だと思いますので、こういうデータ解析を積み重ねて、異常値に対する雨による寄与度といったようなものを出すのが、非常に有益かなと思って聞いていました。

○座長 ありがとうございます。

それに対して、何か事務局のほうからコメントありますか。

○宮城県（佐藤） ありがとうございます。

先ほどの協議会の席でも若干説明をいたしましたとおり、線量率が調査レベルを超えるぐらゐ上がる場合は、まず基本的には雨が降っているということで、感雨は必ずあったり、それから先ほど1mmとかそのぐらゐでも増えていますというお話をさせていただいております。また、今日はまだそれほど話は出ていないんですけども、実は雨が降らない中でも、日変動といいますか、少し高くなったり下がったりということが見られております。

女川局には、その辺が何か分かったらいいなということでラドン計をつけまして、ラドンの動きを併せて見たりしているんですけども、すみません、なかなかこれがですね、全く同じ動きを、ラドンの濃度が高いから線量率が上がっているというようなことでもなく動いている場合が見られますので、やっぱりそのあたりは大量のデータをこれからも積み上げていく中で何か見えてくるものがあるんじゃないかなと思っております。

それから、我々のシステム、スペクトルが見られまして、今も実は晴れているときはセシウム137のピークが見られる局もございます。それで、それがだんだん減ってきているというのも押さえておりますし、それから雨が降ったときにまた、日変動みたいなときに、動いたときにビスマスとか鉛の部分が上がっているというのも日頃から木村など確認しておりますので、そういう中でこれからも、また新しい方法とかいうことも考えながら監視してまいりたいと思っております。ありがとうございます。

○座長 これ、環境放射線監視センターのほうでも、こういうところではないんですが、いろいろな計測器等を駆使しながら、ご説明に耐えられるような方法を今模索しているところでござ

いますので、こういった機会を通しまして私たちに新たなご知見をいただければと思いますので、引き続きどうぞよろしくお願いいたしますと思います。

○山田委員 風というのはどうなんですか。前は、セシウムが木の葉っぱとかにいっぱいくっついて、風で飛んでくるというような話もありました。最近あまり言われなくなったんですけれども。例えば風向きが山のほうから来るときは上がるとかですね、しかも乾燥したときにね。

○宮城県（佐藤） 必ず風向・風速も測るということになっていますので、各モニタリングステーションにはつけております。

ただ、これがなかなか、何ていうんですかね、あんまり風が吹いていないときに優しく吹いてこられたりすると、そこで線量率が上がるとかいうようなこともありまして、そのときにはやっぱりビスマス、鉛の部分が増えていると。それから、今、木村の発表でもありましたけれども、恐らく大陸側のほうからやってきたんだろうなと思われるビスマス、鉛が見られることもあったりしますので、そういう気象データとか、それから後方流跡線解析とかいったようなことを駆使してといいますか、そういう形でこれからも一つ一つ見ていきたいなというふうに考えております。ありがとうございます。

○座長 では、どうぞ、長谷川先生、お願いいたします。

○長谷川委員 素人で、とんちんかんな質問をするかもしれません。けれども、この雨というものには、例えば霧だとか、霧雨だとか、雨だとか、大粒の雨だとか、何かそういうファクター（雨の種類など）、どういうふうに入ってくるのでしょうか。単に、この降雨というか、雨量計で引っかけた水分というか、水の量だけじゃなくて、どういう種類の水滴（とその量）があったのか、どういうふうを考えればいいのか、ちょっと教えていただければなと思います。

○座長 どうでしょう、事務局のほうで。

○宮城県（佐藤） ラドントロンの動きに結局はなってくると思うんですが、そういったものがちり状になっているものが雲で落ちてきた場合は、ある程度大きいものが……（「雲ですか」の声あり）それから、ふわふわした段階で雪のようになってくれば、またそれは上がってくるかなとは思いますが、残念ながら今のシステムではそこまで分かりません。

それで、かろうじて感雨がずっと続いている中で、0.5mm、カタンといったとかということになると、これはしとしと降ってきたんだろうなというような推測はしているところですが、それが近くのを落として線量率が上がったのか、それが大陸から来たものかは、また天気図なりそういったものから推測するしかないのかなというのが今の状態です。

○長谷川委員 何か、その不明のところは何かと、そういう霧雨とか何か、引っかけられているの

かなと、素人考えでそう思いました。分かったら教えてください。

○座長 ありがとうございます。

じゃあ、その辺も引き続きちょっと検討していただきたいということで、よろしくお願ひしたいと……（「1つよろしいですか」の声あり）どうぞ、先生。

○関根委員 今のご説明の中で、ちょっと気になったことがありました。

ラドン濃度が高いのに線量率が低いんだと、それが一致しないということをおっしゃられたように思いましたが、ラドン濃度はどうやって測っているんですか。

○宮城県（木村昭裕） 環境放射線監視センターの木村です。

ラドンについては、商品名がアルファガードという、ラドンが検出器に拡散、自然拡散してきて、それでそこから出るアルファ線を測るという方式で濃度を測っております。

○関根委員 アルファガードですね。

○宮城県（木村昭裕） はい。

○関根委員 そうすると、子孫核種は入ってこないんだよね。（「そうですね」の声あり）ですよ。

○宮城県（木村昭裕） はい。

○関根委員 それは、一緒に置いてありますか。サンプリング場所が一緒になっているんですね、線量率を測っているということは。

○宮城県（木村昭裕） 線量率計と同じ屋根の上に設置しています。

○関根委員 分かりました。だとすると、それは、娘核種がないということですよ。だから、ラドン濃度と γ 線量率は相関はないということですね。ガンマ線はその娘核種から出ますのでね。だから、ラドン濃度計はその親だけ測っているの親の動きを見ていることになり、 γ 線量率は娘核種を見ているのねですよ。はい、納得しました。ありがとうございます。

○座長 すみません、よろしいでしょうか。すみません、座長でありながら、今の話にはなかなかついていけなかったの、すみません。

そのほか、何かございますでしょうか。よろしいですか。

じゃあ、この空間ガンマ線量率の監視に関しましては、またいろいろファクターがあつて難しいようなんですが、こうした0.1mm雨量計等の観測を継続しまして、またいろいろな知見を得ていきたいというふうに思いますので、またいろいろとその時に応じて皆様の、先生方のご助言、あれば言っていたいただきたいと思います。よろしくお願ひいたします。

ロ エゾノネジモクの同定マニュアルについて

○座長 では次に、検討事項ロに移りたいと思います。エゾノネジモクの同定マニュアルについて、説明願います。

○宮城県（小野原） 宮城県環境放射線監視センターの小野原と申します。

私のほうからは、資料－２、エゾノネジモクの同定マニュアルについてということで説明をさせていただきたいと思います。

失礼ながら、前方のほうで説明させていただきます。どうぞよろしく願いいたします。

配付しました資料－２を中心に説明させていただきますが、幾つか写真のほうをスライドにまとめたりしましたので、時折そちらのほうを見ながら説明させていただきたいと思います。

まず、この資料についてですが、昨年度、令和元年度に、エゾノネジモクを同定できずに誤採取するなどの事例がございまして、改めて同定方法を整理することとしたというものでございます。

資料をご覧くださいと思いますけれども、１、はじめに。宮城県においては、女川原子力発電所環境放射能及び温排水測定基本計画、以下「測定基本計画」といいますが、これに基づいて、指標海産物としてアラメを継続的に採取してまいりました。しかしながら、近年、牡鹿半島においてアラメが減少して、採取が困難になりつつございます。そこで、アラメの代替試料となる新たな指標海産物を検討することとし、平成29年度から平成30年度にかけてエゾノネジモクの指標海産物としての適合性の検討を行いました。その結果、平成30年度環境放射能監視検討会において報告の上で、資源保護の観点からも令和元年度に測定基本計画を変更し、従来まで年４回としていたアラメの採取回数を年２回（第２・第３四半期）とし、エゾノネジモクを年２回（第１・第４四半期）採取することといたしました。

ところが、計画変更後の初年度となる令和元年度に、エゾノネジモクを同定できずに誤採取するなどの事例がございまして、改めて同定方法を整理することといたしました。

本資料は、エゾノネジモクの特徴をまとめ、類似するホンダワラ属の海藻と比較することで、エゾノネジモクを確実に同定するとともに、試料採取担当者の同定技術能力向上を目的として作成したものでございます。

まず、エゾノネジモクについてということでございますけれども、褐藻綱ヒバマタ目ホンダワラ科ホンダワラ属に属する海藻でございます。

生息域は、太平洋は北海道から宮城県牡鹿半島、日本海は北海道から長崎県でございます。

牡鹿半島では、女川原子力発電所放水口付近のほか、石巻市小竹浜、鮎川、泊浜、女川では

山王島、出島などで見られ、周辺で見られるエゾノネジモクに類似したホンダワラ属の海藻としては、ヨレモク、アカモク、フシスジモクというものがございます。

牡鹿半島周辺では、ホンダワラ属の海藻はアラメよりも優占種として生息してございます。

食用とはならないものの、多くの小型巻貝類や小型甲殻類が生息するとともに、アイナメやクジメが産卵に利用するなど、沿岸生態系において重要な役割を担ってございます。

生活年周期は、8月から11月にかけて枯死脱落とともに主枝が増加する発芽期、10月ないし12月から6月に現存量の上昇と主枝の伸長が見られる伸長期、6月から8月にかけて主枝が長い順から集中的に成熟する成熟期の3期に分けられます。

多年生であるため、付着器が丸ごと抜け落ちることがない限りは、基本的には同じ場所で採取することが可能でございます。そこで継続的に採取するためには、付着器（根）を残して採取することが望ましいと、試料採取の業者からお話をいただいたことがございます。

3、生育の様子ということでございますけれども、次の2ページに各海域の生育の様子を示してございます。どうぞご覧いただければと思います。

海中では、太陽光が差している部分は青白く光っているように見え、ダイバーにとっては採取する際の目印にしやすいということをお願いしてございます。スライドのこの部分が青白く見えるのが分かるかと思えます。また、このような形で群落を形成して生育してございます。

全長についてですが、30cmから1m程度で、背丈がそろってまとまって群生しており、波に揺られて群生全体がゆらゆらとしているというふうに生育してございます。

その群生についてですが、牡鹿半島泊浜以北については比較的大きな群落で、仙台湾寄りの牡鹿半島以西ではモザイク状で、他の種が混在している場合があるということで、試料採取の業者からお話を聞いたところもでございます。

それでは、3ページ目でございます。生育場所の特徴でございますけれども、図1に示しますように、波当たりのよい水深1.5から6mぐらいの岩や岩棚の上、波当たりの強い暗礁に生息してございます。先ほどの写真にもございましたが、こういったところに生息してございます。

次に、図2には、十三浜、小竹浜の位置関係を示してございます。

次の4ページに行きまして、図3には、十三浜の海域の地図と生息ポイントを示しました。先ほど申し上げたとおり、基本的には多年生ですので、同じ場所で生育が確認されますので、同じ場所で採取ができるということでございます。

次の5ページですけれども、こちらには小竹浜を示してございます。

次に、6ページ目からでございますけれども、こちらに形状の特徴ということで各部位の特

徴をまとめたものを示しました。特に、同じホンダワラ属の海藻として、ヨレモク、アカモク、フシスジモクが類似しているということですので、そちらと比較したものをまとめました。特に、エゾノネジモクにつきましては、付着器（根）が特徴的でございますので、それも併せて説明させていただきます。

6ページには、各海藻の外観を示してございます。何となくですけれども、エゾノネジモクとヨレモクが似たような雰囲気分かるかと思えます。

その大きな違いですけれども、7ページ目、(2) 付着器（根）ということございまして、エゾノネジモクにつきましては、付着器は複数の茎が密集して絡み合っているのが分かるかと思えます。ヨレモクにつきましては、付着器の根、前のスライドを見ていただければと思えますけれども、ここが複数に見えるんですけれども、実はこの1本の付着器から、根から始まっていて、それが複数に分かれていて茎や根が立ち上がっていくということでございます。それが大きな違いということで、採取している海の中でもこれは分かりやすい特徴ということでございます。アカモク、フシスジモクにつきましては、明らかにその違いが分かるかと思いません。

茎につきましては、エゾノネジモクは名前にネジと付いていることから分かるようにねじれてございますけれども、ヨレモクも同じようにねじれてございますので、この茎の部位だけを見れば同じ海藻に見えてしまうかもしれませんが、葉っぱにつきましても同じような印象もあるんですけれども、エゾノネジモクにつきましては葉っぱの幅が広いというような印象もあり、ヨレモクにつきましてはその幅が狭いような印象がございまして。また、主枝から生えた側枝葉の数が多く、長くなってございます。スライドですけれども、こちらのように1つのこの部分から複数の葉っぱや茎が生えているような印象です。エゾノネジモクにつきましては、ちょっと幅が広めな葉っぱになってございます。

10ページ目でございますけれども、気泡（ウキ）に着目した場合でございますけれども、エゾノネジモクとヨレモクにつきましては、比較的似ているような印象で、レモン形をしてございます。アカモクにつきましては、細長い円柱状ですので、これは明らかに違うということが分かります。フシスジモクにつきましては、エゾノネジモク、ヨレモクともちょっと似ているんですけれども、球形、より丸い形をしてございます。

ここでスライドを見ていただければと思えますが、まとめますと、海中ではエゾノネジモクは群落を形成している。背丈がそろって、波に揺られて群落全体がゆらゆらしている。太陽光が差している部分は青白く光って見える。多年生ですので基本的には同じ場所で採取が可能。

そして、一番の特徴として、付着器は複数の茎が密集して絡み合っているというところから、採取または同定が可能ということでございます。

すみません、資料に戻っていただきまして、11ページでございますけれども、これは今年度に採取した各海域のエゾノネジモクを示した写真でございます。時期や海域によって個体差やそういったものがございます。今後、こういった写真を随時更新して行って、こちらの試料採取担当者の中での情報共有や引継ぎ等、そういったのに活用していきたいと思っております。

12ページの7には、引用文献を示しております。

以上で、私からの説明は以上で終わりたいと思います。

ちなみに、こちら、ある海藻の写真を載せたんですけども、最後に答えをお伝えしたいと思っております。

以上です。ありがとうございます。

○座長 ありがとうございます。これは何でしょうか。

○宮城県（小野原） 答えていいですか。これは、エゾノネジモクです。ちょっと実は、エゾノネジモク寄りのヨレモクとか、ヨレモク寄りのエゾノネジモクとか結構あったりしてですね、あえてヨレモクに近いエゾノネジモクを引っかけとして載せてみました。

先ほど、幅広い葉っぱが特徴的だと言ったんですけども、実はエゾノネジモクにもちょっと幅が狭いものもあったり、こういった形で結構葉っぱとか多く生えているものがあったりですね、そういったものがあつたので、ちょっと引っかけて載せてみました。

これが遠くから撮った写真ですけども、これを見ると、ここの根っこですね、ちょっと光の加減で見えづらいかもかもしれませんが、明らかにエゾノネジモクの特徴の複数の茎が密集したものが分かりますので、センターでの同定の際にはこういった部分に特に着目して判別することが重要かと思われまます。

○座長 ありがとうございます。これで終わりですか。（「はい」の声あり）はい、ありがとうございます。

エゾノネジモクの同定マニュアルを誤採取したことがきっかけでつくりましたけれども、この件につきまして、先生方、何かご意見、ご質問ございましたらお願いいたします。池田先生、お願いいたします。

○池田委員 基本的な採取の段取りというか、これは僕はてっきり、海洋調査会社の人に委託して取ってもらっているのだと思っていたんですけども、まともな海洋調査会社であれば誤同定することはないんじゃないかと思うんですが、まあ、こうやって同定マニュアルまでつくっ

て県のほうでその責任を負うというのは結構大変なんじゃないかなと思うんですけども、どうなんでしょうか、その採取の仕組みというの、どうなっているんでしょうか。

○座長 お願いします。

○宮城県（佐藤） そのとおり、我々も海に実際に潜って採取するわけではなくて、船を出したりするのもやっぱりそれなりの装備などが必要ですので、そこは民間の方に委託して採取しておりました。その中で、やっぱり我々としても、しっかりと同定するような能力を持っていないと県民の方たちには説明することができませんので、実際、取ってきましたと言われたものを見て、そうかなと思って実際に分析して報告してしまったということがございましたので、そこは委託したとしてもそれはやっぱり我々の仕事ですので、これからはしっかりやっぴいかなきゃならないんじゃないかということで、事例を集めて、またいろいろ文献とかですね、実際に今回、今年お願いした会社のほうは、もうそこは昔からやっているというような会社でもございましたので、その人たちからいろいろな情報を集めたり、文献から情報を集めたりなんかして、このような形でまとめていきたいなというふうに思っております。

○池田委員 ありがとうございます。そうすると、この資料－２に書いてある試料採取担当者というのは、県のほうでチェックされる方ということですね、採取に直接従事する方というわけではなくて。

○宮城県（佐藤） そうですね。

○池田委員 分かりました。

○宮城県（佐藤） 今回の場合は、はい、送られてきた試料が同定できるということです。

○池田委員 そうですか。まあ、そのあたりはきちんと明確に書いておかれたほうがいいんじゃないかなと思うんですけども。

○宮城県（佐藤） ああ、すみません、ありがとうございました。

○宮城県（小野原） ありがとうございます。

○座長 どうぞ、尾定先生、お願いいたします。

○尾定委員 細かな分類、できるようにしていて、どうもありがとうございました。

そこで、もともとこういうことを始めたのは、アラムの資源が枯渇して代替ということで、多年草なので、要はその葉状部だけを刈り取れば、資源の枯渇は防ぎながら継続的に定点のサンプルを回収できるという趣旨ですよ。そうすると、今最後言った、これは何でしょうというクイズを出されたあれは付着器で区別できると。ということは、その趣旨からすると、葉状部だけを刈り取って持ってきて分類するとその証拠はなくなるわけで、今の分類で確実にエゾ

ノネジモク、分類できますかというのは。

○宮城県（小野原） 質問ありがとうございます。

エゾノネジモクは群落を形成して生息しておりますので、そこでまとめて採取すれば、根っこを残して、一部代表的なものを、根っこをつけたものを採取すれば問題ないと考えています。また、仕様書の中にもそのように落とし込んでおまして、必ずしも根を残して採取するというわけではなくて、一部根のついたものも来るし、あとそれより上の部分も取って採取してもらうということで、群落として採取するときに違う海藻が入っているということは少ないと考えられます。あとはその葉っぱなり茎の様子や雰囲気を見ていけば違ったものが混入している時は分かります。

○尾定委員 いや、ここに書いてある、混在している場合もまああると書いてあるけれども、そういう状態であっても対応はできるということ。

○宮城県（小野原） ええ、可能かと思います。写真のほうにもですね……、資料を見ていただければと思うんですけども、特に分かりやすいのでいうと、2ページ目の右下のほうですね。ちょっと赤っぽいものがあつたりとかしているかと思うんですけども、これは仙台湾寄りの小竹浜、牡鹿半島の西側ですけども、この群落の中にもこのようにほかの海藻が生えていたりとかというのも当然あるんですけども、これはもう明らかに違うということで、これは除いて採取するといいますか、見分けながら採取するということを潜水業者さんはできますので、その部分は大丈夫かなと思います。

○尾定委員 どうもありがとうございます。

○宮城県（中村） すみません、訂正、若干補足しますと、群落というところで形成しているところもありますけれども、当然、その群落にも大小ございます。それで、比較的小群落におきましてもそれなりの面積、これは冊子なのでちょっと大きさというところがなかなか分かりにくいかと思いますが、その中でなおのこと、一部根を残して、ああ、一部に根を、根を取って、取るというふうな形で考えておまして、ですので、その群落ももちろん非常に大きいこしたことはないんですが、その中で一連の群落を確保というか視認できて、なおかつそれだというところの部分で一部根を残して、かつ葉っぱ、上の部分ですか、茎、葉の部分を取るといような形で対応しているところでしたので、そういったところをより我々のほうも、より大きい群落のほうも、より精度というか確度は上がっていくわけですので、そういった話は採取業者さんのほうともよく話をさせていただいて、確度というか、よりその正確を期した形で採取をしていきたいというふうに思っております。

○座長 よろしいでしょうか。ありがとうございます。

○宮城県（佐藤） すみません、もう一つ。こちら、我々、実際今回ですね、中村と、それから小野原と、現地に行って実際にその採取の様子も見させていただきながら話を伺ったというようなこともございます。ということで、現場を時々は見に行かなきゃならないのかなと。

それから、採取の委託の仕様書の中に、現地の写真と、それから採取している様子、それから海の中のどういう群落なのか、そういった写真でもって後からでも確認できるような、そういう仕様書に仕上げておりますので、それにプラスして今のようなお話ができればいいのかなというふうに考えておりました。

○座長 そのほかございますでしょうか。どうぞ、山田先生、お願いいたします。

○山田委員 1回にどのぐらいの量を採取するんですか。

○宮城県（中村） 1回について、大体六、七キロを採取しています。というか、あの網袋というんですか、その袋、こんな感じで、この中がさっと入っているような形で、割と持つと重いというんですかね、そういう形の量を取っていました。

○宮城県（小野原） ちなみにですけれども、まとまって群生しておりますので、もうエゾノネジモクの群落を発見すれば1回の採水で、比較的短時間で採取することが可能といたしますか、波の状態にもよるんですけれども、比較的短時間で採取が可能です。

○座長 どうぞ、関根先生、お願いいたします。

○関根委員 このエゾノネジモクについては、私もよく分からなかったんですけれども、自分では区別できませんが、ただ、これは今、先ほどの話だと代替ということだったので、アラメの回復状況というのは今どういうふうになっているのかなというのを思ったわけなんですけど、もしも情報があれば教えてください。

○宮城県（小野原） アラメはですね、比較的、やはり減少してきているというようなお話もございませう。

○関根委員 回復は見られないということですか。

○宮城県（小野原） 完全に見られないわけではないんですけれども、やはり数としては……

○関根委員 少ない。

○宮城県（小野原） 少なくなっている。あとは、全く見られなくなってきたポイントもあったりしているという話もちよっと耳に入ってきたりはしてございます。

○関根委員 分かりました。ありがとうございます。

○座長 その辺、もし、何かご情報をいただければ、お願いします。

○宮城県（雁部） 水産技術総合センターの雁部と申します。

調査地点の現場を見ているわけではないので、一般的になってしまっていますが、温排水の調査での生物調査で年報を11月にご報告していますが、あれで女川湾のこのアラメは出てまいりません。傾向としましては、一回なくなったものが若干はよくなっているかな程度の感覚だと思います。なので、まあ、そんなにいっぱい回復しているという状況ではまだないかなと思います。

一方で、海藻にとっては、無機栄養塩が一番大事でして、これがなくなると減少していくということになります。植物ですので栄養素がないと駄目なのですが、近年は、温排水のほうの調査結果でもご報告しておりますが、黒潮の暖水系の波及が非常に宮城県は強い傾向にあります。ということは、黒潮系水は栄養塩が非常に少ないので、植物にとっては栄養がない状態、厳しい状態がしばらく続いているかなということがありますので、アラメに限らず、非常に磯焼けとかの現象はちょっと起きやすいような傾向にあるかと思います。

磯焼けというのは、植食生物にやられる食害と、あるいは栄養塩が足りなくて生育できなくなって少なくなるという両方ありますので、今お話あったかと思いますが、あまり環境条件から見るとまだそんなによくなる状況ではないかなという、おおむねの感想を持っております。

○関根委員 どうもありがとうございました。

○座長 ありがとうございます。よろしいでしょうか。今後折に触れ、そういった点についても皆様にご説明できるようにしたいと思っております。

そのほかございますでしょうか。よろしいでしょうか。

なければ、このエゾノネジモクの同定マニュアルについて、ご了解をいただきたいと思いません。

それでは、今日は先生方に活発なご意見いただきまして、ご検討いただきました。予定時間も少し超過しておりますので、本日の検討事項をここで終了させていただきたいと思えます。

本日、委員の皆様からいただいたご意見やご助言等を参考に、今後とも監視や調査を進めてまいりたいと思えます。

それでは、これで座長の職を解かせていただきます。ご協力ありがとうございました。

4. 閉 会

○司会 それでは、以上をもちまして、令和2年度環境放射能監視検討会を終了いたします。

本日は、誠にありがとうございました。