

やまなし

第84号  
2014年  
7月

# 衛環研だより

発行:山梨県衛生環境研究所 甲府市富士見一丁目7-31 TEL 055-253-6721

URL: <http://www.pref.yamanashi.jp/eikanken/index.html>

## 平成25年度に終了した調査研究課題の紹介

平成26年度第1回課題評価委員会が6月26日に開催されました。  
事後評価の対象になった課題は次のとおりです。

No.	調査研究課題
1	山梨県内地下水の水質性状と時系列変化
2	食品中の放射性物質影響調査
3	県内のスギ、ヒノキ花粉の飛散状況に関する調査
4	ロタウイルスが原因となって発生した感染症事例の遺伝子解析
5	本県環境中の <i>Naegleria</i> 属アメーバの研究
6	県内河川水中における重金属の形態分析

## 山梨県内地下水の水質性状と時系列変化

本県の水道水は地下水や湧水、表流水を利用しています。本研究では、水道水に含まれるCaやMgについて、水試料が胚胎する地質要件や周辺地域の土地利用状況を比較し、これら元素の起源について検討しました。

### 【方法】

#### 1. 解析対象地域と地質概要

解析対象地域は、甲府盆地の東部地域（以下「峡東地域」）、富士北麓地域（以下「富士・東部地域」）、峡南地域です。峡東地域は扇状地が発達し、この周辺地域には花崗岩が分布しています。花崗岩は、CaやMgの含有量に乏しく、水試料中濃度は低いと推定されます。一方、富士・東部地域は玄武岩が卓越し、この地域に胚胎する地下水は、花崗岩地域（峡東地域）に胚胎する水試料よりCa、Mg濃度が高くなると考えられます。峡南地域は、南部フォッサマグナを構成する第三系が広く分布し、峡東地域や富士・東部地域とは異なる特徴的な水質を示すと考えられます。

#### 2. 解析対象データ

解析対象のデータは、平成17年度から25年度に本県が実施した水道水質検査結果を用いました。水道水源の種類ごとに深井戸、浅井戸を「地下水」、湧水、ダム水、表流水を「表流水」の3つに分類しました。解析試料数は、峡東地域では、地下水延べ105地点、湧水延べ76地点、表流水延べ42地点、富士・東部地域では、地下水延べ115地点、湧水延べ34地点、表流水延べ47地点、峡南地域では、地下水延べ108地点、湧水延べ39地点、表流水延べ41地点の、計延べ607地点です。それぞれの平均値についてエクセルのデータ解析ツールを用い、t検定「分散が等しくないと仮定した2標本による検定」を実施し、有意差の有無を検証しました。

### 【結果】

#### 1. 水源種類別濃度の特徴

硬度平均値について、峡東地域と富士・東部地域、峡東地域と峡南地域、富士・東部地域と峡南地域の各々について有意差の有無を求めました。その結果、いずれの水試料においても、 $p < 0.05$ において有意差が認められ、それぞれの水試料中濃度は種類ごとに特徴的な濃度を有

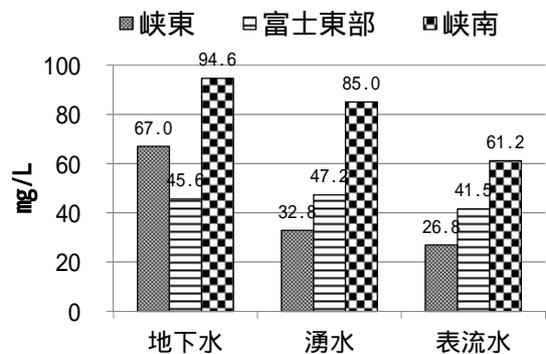


図1 水源種類別濃度

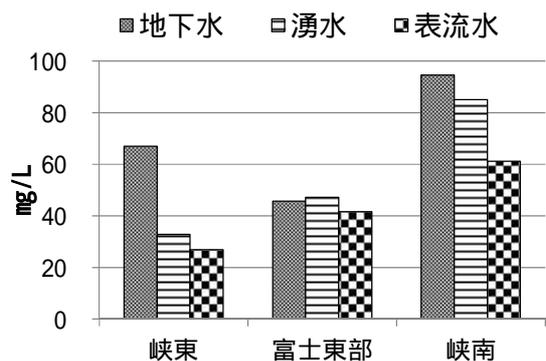


図2 地域ごと種類別濃度

：地下水・湧水または地下水・表流水に有意差 ( $p < 0.05$ ) あり  
 ：湧水・表流水に有意差 ( $p < 0.05$ ) あり

していることが確認できました(図1)。

## 2. 地域ごと種類別濃度の特徴

地域ごとに地下水、湧水、表流水中濃度について有意差の有無を検証しました。峡東地域では地下水に対して湧水及び表流水において有意差が認められ、湧水と表流水においても有意差がありました。一方、富士・東部地域の水試料については、いずれの水源別種類間の有意差は認められませんでした。峡南地域では地下水と湧水では有意差が認められませんでした。湧水と表流水間には有意差が認められました(図2)。

濃度を比較すると、地下水では峡南地域>峡東地域>富士・東部地域であり、湧水及び表流水では峡南地域>富士・東部地域>峡東地域でした。峡南地域の硬度はいずれの種類別試料でも高い値を示しました。

### 【考察】

#### 1. 各地域の地質要因と岩石中濃度との関連

水試料中濃度を比較すると、いずれの種類の水試料においても峡南地域の濃度が高い値でした。峡南地域は他の地域と異なる地質のため、硬度として示されるCaやMg濃度は地質状況と大きく関連すると考えられました。同一試料において測定されたこの地域の硝酸態窒素濃度は、1ppm程度と低く、施肥等の影響のきわめて低いことを示唆していました。一方、峡東地域の地下水中濃度では、この地域の周辺地域の地質的な性質とは大きく異なる結果となりました。すなわち、富士・東部地域の地下水より濃度の高い要因を地質的な背景に求めることができず、濃度の高い要因は人為的な要因に関連すると考えられました。峡東地域は扇状地を利用し果樹や畑地など農業生産が盛んな地域です。農地にはpH調整や土壌肥料としてCaやMgが施され、植物等に利用されないこれら元素は降雨や降雪により地下に浸透すると考えられます。果樹栽培や普通畑では苦土石灰が施され地下水中に含まれるCa、Mgは、人為的影響により濃度が高くなっている可能性が高いと考えられます。

#### 2. 施肥影響の割合の推定

地域ごとの水試料を比較すると、富士・東部地域の水試料では有意な濃度差が認められず、峡南地域の水試料においても、地下水と湧水では有意な濃度差は認められませんでした。解析対象とした水試料は水道水源として用いられていることから、地下水を除き、水源付近に人家や工場の乏しい山林間湧水や表流水が水源として利用されていると考えられます。特に湧水は雨水や森林間の水が岩石や土壌と接触し、その後表層に出現し利用されていると考えられます。そのため、岩石との接触による水質形成要因を反映していると考えられます。そこで、湧水と地下水中濃度の比較を試みました。峡東地域の濃度差は約2.1倍であり、富士・東部地域では0.97倍、峡南地域では1.1倍となりました。峡東地域の地下水中濃度は地質由来とほぼ等量の人為的な影響を含んでいると推定されます。峡東地域の果樹面積と施肥量を基にこの推定値について計算を試みました。しかし、水源付近の耕作地面積の相違や地下水量の把握が不十分であり、この数値を裏付ける有効な解析結果を得ることはできませんでした。今後は人為的な影響や水質変化状況など注意深く観察する必要があると考えられました。

### 【課題】

蓄積された水質データの解析を行い、地域ごとの水質状況を把握し、利用可能な水資源の確保や活用方法について検討したいと考えています。

## 食品中の放射性物質影響調査

### 【調査の背景と目的】

平成23年3月に福島第一原子力発電所において放射能漏れ事故が発生しました。東北・関東の広範囲において、事故発生直後に人工放射性核種(放射性ヨウ素や放射性セシウム)の飛散が確認され、この事故は、日本国内が発生源である事例としては、はじめての本格的な広域汚染となってしまいました。食品汚染も確認され、健康影響が懸念されています。厚労省はこの事故を受け、平成24年4月1日より食品中の放射性セシウムに基準値を設け、食品衛生法により対処を開始しました。それまでは、緊急時に用いる暫定規制値でモニタリングを行っていました。暫定規制値と基準値の違いは、図1に示したとおりです。基準値の考え方については、厚労省HP等をご参照ください。

当県では、28年前のチェルノブイリ原発事故以降、文科省主体の環境中放射能調査を実施してきましたが、これは限定的な内容でした。長期的影響や動向等は、未解明な点が多い状況です。

そこで、本調査では、県内産食品が事故によってどのような影響を受けたのか、その実態を把握することを目的としました。



図1 暫定規制値と基準値

### 【調査結果】

本調査の期間は平成23年8月～平成26年3月の約2年半としました。分析にはゲルマニウム半導体検出器放射性核種分析装置を用い、県内産農畜産物等1,078検体について解析を行いました。項目は飛散が確認された放射性ヨウ素131、放射性セシウム134・137の他、自然界に事故前から存在している天然放射性核種カリウム40、鉛214、ビスマス214としました。学校給食、輸出用ワインおよび量販店収去の県外産品は今回の解析対象から除外しました。測定結果は測定終了後、直ちに山梨県HPにて公表してきました。結果として、一部の野生きのこ以外では、基準値の超過はありませんでした。

HPに公表されている結果は、単位がBq/kgとなっています。これは、検体1kgあたりの放射性物質の量、すなわち濃度を示しています。放射性物質の人体に対する影響は、濃度ではなく『線量』で表します。線量の単位はmSvです。この線量は式1の方法で濃度が

ら算出することが可能です。

$$\text{線量 (mSv)} = \text{実効線量係数 (mSv/Bq)} \times \text{放射性核種濃度 (Bq/kg)} \times \text{摂取量 (kg)} \cdots \text{式 1}$$

この線量を年間分に換算したものを預託実効線量といいます。

今回の解析結果の中から、各食品群で最大濃度であったものを 1 年間食べ続けたときに受ける預託実効線量の算出結果を図 2 に示しました。食品衛生法の基準値は、放射性セシウムから受ける線量を年間 1mSv 以下とするよう設定されています。本調査結果では、さらに天然放射性核種を積算しても年間に受ける予想最大値は 1mSv 以下となりました。天然放射性核種カリウム 40 が線量の 97% を占めており、事故由来の人工放射性核種の影響は非常に小さくなっています。また、この算出結果は未調理の原料を用いています。放射性核種はトリミングや調理により減少することが報告されていますので、実際に受ける線量は図 2 の算出結果よりも小さくなります。

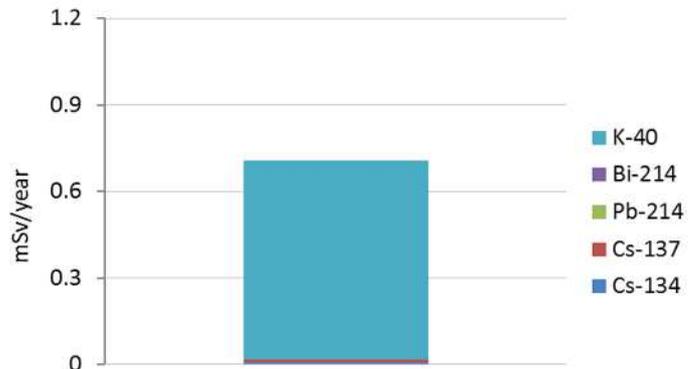


図 2 預託実効線量(予想最大値・積算)

### 【まとめ】

当県で栽培されている農畜産物では、基準値以上の放射性セシウムは検出されていません。一部の品目では検出が認められますが、その濃度は基準値に対して十分低くなっています。これらの結果から、当県における福島第一原発事故の影響は比較的小さく、農耕地に関しては、人工放射性核種の濃度は適確にコントロールされていると言えます。また、今回は県内産農畜産物についてまとめましたが、当所では県内に流通している県外産農畜産物や加工食品の検査も継続して行っています。これまでの結果は、すべて不検出でした。

一部の野生きのこは、当県でも基準値を超えており、出荷制限を行っています。当県の事故影響は小さいと前述しましたが、どうして基準値を超える品目があるのでしょうか。それは、山野林は農耕地と異なり除染や土壌成分のコントロールが困難であること、きのこ類が特異的にセシウムを吸収しやすいこと、チェルノブイリ事故の頃の影響がまだ残存していたこと等の様々な要因が重なったためです。

放射性物質は、時間の経過とともに減少する性質を有しています。この減少に要する時間は、放射性核種の種類で異なり放射性セシウム 137 では初期濃度の半分になるまで 30 年を要します。また、除染困難な環境中の動向はまだ不明な点があります。隣県の長野県では、事故後 3 年以上が経過してから、新たに山菜で基準値を超えるものが見つかった事例が報告されました。今回の調査結果を出荷制限解除に向けての基礎データとして活用するとともに、今後も継続的・長期的なモニタリングが必要であると考えています。

## 甲府地区のスギ、ヒノキ花粉の飛散状況に関する調査

春季の花粉症の原因として知られているスギ、ヒノキ花粉は風に乗って、遠距離を移動します。花粉症がある場合は、目の痒みや鼻汁等に悩まされ、日常生活の質の低下にもつながり、花粉症がない場合でも、長期間花粉を浴び続けることで花粉症を発症するリスクが高くなります。このため、県民が快適な日常生活を過ごせるよう、毎年1月上旬から飛散終了日まで毎日花粉の観測を実施し、得られたデータを当所HPで公開するとともに、来季の予測花粉飛散量やスギ花粉の予測飛散開始日を提供し、花粉症予防対策に役立ててもらっています。

今回、次の4項目を研究課題として結果を得たので報告します。

### 【花粉飛散量の予測式について】

花粉の形成には、前年の夏季の気象条件が影響を与えます。予測式に使用する気象条件（最高気温、日照時間等）について検討したところ、従来使用した最高気温の平均値（7月下旬から8月上旬）と日照時間（7月）と比較して、7月下旬から8月中旬の最高気温の平均値と7月から8月上旬の日照時間が、花粉飛散量に対して高い相関を示しました。

2014年の予測を実施しましたが、観測値は予測値よりも少ない飛散となりました。このため、今後もデータを蓄積し、定期的な予測式の検討および改良をしたいと思います。

### 【スギ花粉の飛散開始日の予測式について】

既報\*に示された3種類の予測式を用いて、2014年の飛散開始日を求めたところ、実際の飛散開始日に近い日が予測されました。データの蓄積を実施し、今後の予測に活用していく予定です。\*水越祐一、南利幸：休眠解除を考慮したスギ花粉飛散開始日の予測

### 【自動観測装置との比較】

自動観測装置（別称：はなこさん）と当所の観測方法であるダースラム型花粉捕集器の過去6年間のデータを比較したところ、概ね一致しました。ダースラム型花粉捕集器を用いての花粉の観測を継続していく予定です。また、今後の課題として、スギ、ヒノキ以外の花粉の観測を検討中です。

### 【基準日等について】

飛散シーズン中の花粉（スギ、ヒノキ）の基準日（初観測日、飛散開始日、本格飛散開始日、最多飛散日、飛散終了日）は、気象条件（降雨、降雪等）の影響を受け、調査年により異なりました。花粉温度計（1月1日から基準日までの日最高気温の合計）の値も調査した年により異なり、特徴は得られませんでした。

## ロタウイルスが原因となって発生した 感染症事例の遺伝子解析

### 【はじめに】

ヒトロタウイルスは嘔吐や下痢などの消化器症状を引き起こすウイルスです。主に小児での感染が知られていますが、成人例も散見され、重症例では痙攣や脳炎が認められます。本県では2009/10、2010/11シーズンに流行が見られました。

また、ロタウイルスに関する最近の動向として、2011年7月に経口ワクチンが承認され、同年11月から接種が開始されました。そこで、感染症対策の基礎資料および本県でのワクチン導入前後の検出状況の基礎資料とするため、県内で発生したロタウイルスによる集団感染症事例から検出された株の解析を行いました。

### 【材料および方法】

対象は、2006/07 から 2013/14 シーズンに発生した集団感染症 19 事例から検出された A 群ロタウイルス (ARV)・C 群ロタウイルス (CRV) として、以下について解析を行いました。

[ A 群ロタウイルスの G 血清型別および解析 ] 定法により外殻蛋白 VP7 の G 血清型別を行い、全事例での検出状況、各事例間での比較を行いました。

[ C 群ロタウイルスの遺伝子解析 ] 定法により RT-PCR 法で外殻蛋白 VP7 領域を増幅し、ダイターミネーター法により塩基配列を決定後、国内検出株と比較しました。

### 【結果】

2012/13 シーズンまでの各シーズン発生状況は表 1 のとおりです。2007/08 および 2013/14 シーズンを除き各シーズンで発生が見られました。発生の多くが保育所等の低年齢の施設でしたが、成人施設での発生が 1 事例ありました。19 事例中 17 事例から ARV が検出され、17 事例中 10 事例が G2 型でした。2 事例から CRV が検出されましたが、この 2 事例での検出株は、塩基配列が類似していました。

表1 ロタウイルス集団感染症事例(2006/07～2012/13シーズン)

シーズン	年	月	地域	施設	群	G血清型 <sup>1</sup>
2006/2007	2007	4	A	保育所	A	1
2008/2009	2009	3	A	小学校	C	
2009/2010	2010	3	E	福祉施設(児相)	A	2
		3	B	保育所	A	3
		4	E	小学校	A	2
		4	E	保育所	A	2
		5	E	小学校	A	1,2*
		5	C	保育所	A	3
2010/2011	2011	5	A	福祉施設(成人寮)	A	2
		6	C	保育所	A	3
		2	A	小学校	A	2
		3	C	保育所	A	2
		3	D	保育所	A	2
2011/2012	2012	3	D	保育所	A	2
		5	E	保育所	C	
		3	E	幼稚園	A	1
		4	E	保育所	A	1
2012/2013	2013	4	E	保育所	A	1
		3	B	幼稚園	A	2

\*血清型1と2の重複感染

### 【考察およびまとめ】

国立感染症研究所の病原体微生物情報によると全国でロタウイルスが原因となって発生した感染症事例が近年減少しています。山梨県内では、2013年3月の発生を最後にロタウイルスが原因となって発生した集団感染症事例は認められていません。検討した検出株数が少ないこと等から原因は不明ですが、今後さらに詳細な遺伝子型別を行い、2011年11月から開始されたワクチン接種等との関連や県内での流行株と他県の流行株との比較検討を実施していきたいと考えます。

## 本県環境中の *Naegleria* 属アメーバの研究

### 【研究の背景と目的】

環境中には様々なアメーバが生息していますが、ヒトに対して病原性を持つものもいます。その中で25～40程度の温水（淡水）を好んで生息する *Naegleria fowleri* は、ヒトの鼻から脳に侵入し、脳炎を起こすアメーバです。このアメーバによる脳炎は、非常に希な病気であり、これまで世界で200例程度、日本では1例しか報告がありません。このアメーバは過去日本でも生息の報告があるものの、その生息状況はあまりわかりません。そこで、このアメーバが好む温水環境について生息状況を調べてみました。

### 【方 法】

平成24年4月から平成26年3月にかけて、温水が流れ込んでいる水路や、夏季に水温が25を超えた池について複数回試料（水）を採取しました。その試料を培養して *Naegleria fowleri* の生息状況を調査しました。また、このアメーバについて、環境中での増殖速度等その特徴を調べてみました。

### 【結果と考察】

調査したいずれの地点からも *Naegleria fowleri* は見つかりませんでした（調査地点の水温はそれぞれ25～40程度でした）。また、このアメーバは他のアメーバと比較して増殖の速度が遅く、乾燥や温度といった環境の変化にも弱いことがわかりました。これらのことから、今後 *Naegleria fowleri* が見つかったとしてもその生息は希なことであり、環境中における他のアメーバとの生存競争にも弱い可能性が高いことが考えられます。

以上より、今のところ県内でこのアメーバによる病気が発生する可能性は極めて低いと考えられます。

### 【今後の予定】

*Naegleria fowleri* について、取り扱いに十分な注意を払ったうえで塩素剤等の消毒剤に対する耐性や、生息可能な温度範囲等、生息環境について詳しく調べ、このアメーバによる病気の発生予防に役立てたいと考えています。

## 県内河川水中の重金属の形態分析

### 【調査の背景と目的】

河川水中に生息する生物は、亜鉛や銅、ニッケル、マンガンなどの金属を必須元素として取り込んでいます。しかし、河川水中の金属濃度が高くなり水生生物に取り込まれる金属量が多くなると繁殖障害や生長障害などの毒性が現れることがあります。一方で、環境水中の金属は様々な形態で存在しています。例えば粒子状物質にくっついたり、水に溶け込んでいたりします。その中でも、生物に利用可能な形態と利用できない形態があると言われています。現在の河川・湖沼の金属のモニタリング調査では、生物に利用可能な形態と利用できない形態の両方の形態（全金属）を測定しています。今回の調査では、生物に利用可能な形態（イオン態金属）の金属が県内河川水中にどのくらい存在しているのか把握することにしました。

### 【調査方法】

2012年7月から2013年6月まで毎月1回、図に示す13地点で河川水を採水しました。測定項目は、亜鉛、銅、ニッケル、マンガンの4元素です。本調査では、河川水をそのまま測定したものを全金属、キレート樹脂に補足されたものをイオン態金属（生物に取り込まれる形態）としました。

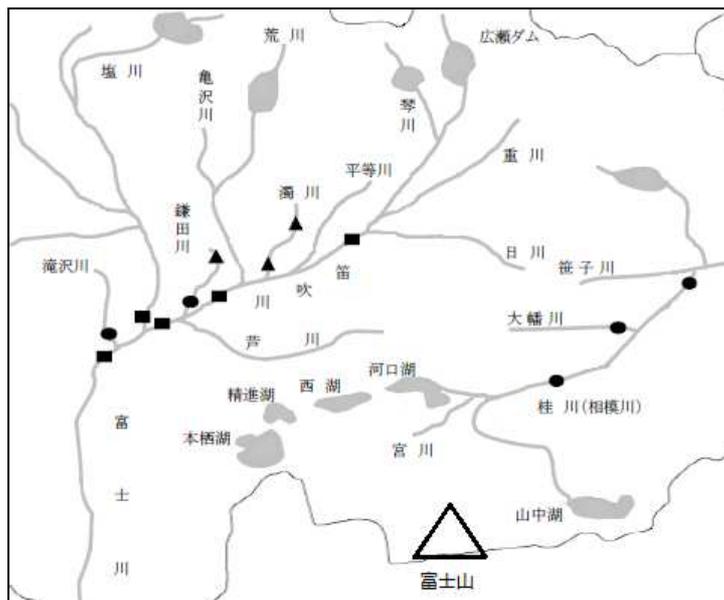


図 山梨県内の河川調査地点（13地点）  
 笛吹川水系 10地点、相模川水系 3地点

**【調査結果】**

**1. 全金属濃度の分布について**

亜鉛とマンガンは、すべての地点で検出されました。その中でも市街地を通過する濁川と鎌田川で高い濃度となりました。その原因の一つとして、生活排水などの人由来の影響が考えられました。銅もすべての地点で検出されましたが、滝沢川を除いた地点ではとても低い濃度でした。ニッケルは、滝沢川と濁川(2地点)の3地点でのみ検出されました。滝沢川の流末では、他の地点より高い濃度の銅とニッケルが検出されました。その原因の一つとして工場排水の影響が考えられました。

今回の調査では、すべての調査地点で全亜鉛濃度は環境基準値を下回っていました。なお、銅やニッケル、マンガンは環境基準項目ではないため基準値はありませんが、生物に直ちに影響を及ぼすほどの濃度ではありませんでした。

**2. 生物が利用可能な形態について**

すべての調査地点における全金属に対するイオン態金属の割合をそれぞれの金属項目ごとと表にまとめました。ただし、亜鉛のイオン態金属は正確な測定ができなかったため欠測となっています。

表 全金属に対するイオン態金属の割合

	亜鉛	銅	ニッケル	マンガン
イオン態 / 全金属	-	41%	66%	48%

今回の調査より、全金属に対するイオン態金属の割合は、41～66%でした。これにより現在モニタリング調査している全金属を測定する方法では、生物に利用できない形態も測定していることが明らかとなりました。今後は全金属濃度が高くても、すべてが生物に利用できる形態とは言えないため、高い濃度の金属が検出された地点では生物が利用できる形態の測定も必要であると考えられました。また、環境水中の金属の形態は、周囲の水環境(pHや酸化還元電位、懸濁物質量など)によって変化することが知られています。そのため、環境水中の金属濃度を把握するとともに水環境の測定も合わせて調査することが望ましいと考えられました。