
石川県保健環境センター研究報告書

第 3 6 号

(平成10年度)



1 9 9 9

石川県保健環境センター

は し が き

保健環境センターは、県民の健康の維持・増進、環境保全及び安全の確保に関する試験研究機関として、環境ホルモン等化学物質、湖沼・海域等の水質汚濁、地球温暖化、廃棄物、感染症などの問題解決に向け調査研究を実施するとともに、年報等の発行などにより、その成果の普及啓発も積極的に行ってきています。

昨年度からは、当センターの「年報」を、センターの業務や調査研究の概要を分かりやすくとりまとめ、一般県民や行政担当者を提供の対象とした「業務年報」と、調査研究成果を詳細に記録し、専門的な試験検査機関を提供の対象とした「研究報告書」に分冊し発行しています。

平成10年度研究報告書には、「石川特産食品の高品質化に関する調査」など報文3編、資料13編、短報2編及び抄録1編の計19編を掲載いたしております。

本研究報告書が、関係行政機関等の参考資料としてご活用いただくとともに、県民の健康増進、環境の保全創造に寄与することを強く願っております。

ご拝読いただき、多くの皆様方からご指導、ご助言を賜れば幸いと存じます。

平成 11 年 11 月

石川県保健環境センター所長 庄 田 丈 夫

目 次

(報 文)

- 石川特産食品の高品質化に関する調査 中村 能則ほか … (1)
- ヘッドスペース GC/MS による異臭牛乳中の揮発性物質の分析 澤田 道和ほか … (5)
- 環境γ線スペクトルの変動に関する基礎的検討 榊田 武史ほか … (12)

(資 料)

- 栄養摂取状況と血液中及び尿中の生化学的指標値との関連性について 宮川 茂樹ほか … (20)
- 石川県における今冬のインフルエンザ (1998/1999年シーズン) 大矢 英紀ほか … (26)
- 石川県におけるエコーウイルス30型による無菌性髄膜炎の流行 (1998年) 尾西 一ほか … (28)
- 健康食品に関する共同研究 (その4)
— カルシウム含有食品, 食物繊維加工食品 — 大西 道代ほか … (30)
- 健康食品に関する共同研究 (その5)
— カルシウム含有食品, 食物繊維加工食品中の残留農薬 — 泉 広栄ほか … (32)
- 食器からのビスフェノールA及びおもちゃからの
フタル酸エステル類の溶出実態調査 大西 道代ほか … (35)
- 食品苦情事例 (その1) 中村 能則ほか … (39)
- 平成10年度水道水等水質検査精度管理調査結果について 南 由美子ほか … (43)
- 環境保全に関する県民意識調査 横山 暢ほか … (46)
- 石川県沿岸域における有機塩素系農薬に関する調査結果 平尾真規子ほか … (54)
- 県内3河川における微量有機化学物質の検索 北野 肇一 … (58)
- 石川県におけるフォールアウト調査結果 (平成10年度) 堀 秀朗ほか … (62)
- 環境放射線バックグラウンド調査結果 (平成10年度) 山岸 喜信ほか … (65)

(短 報)

- 地下水中のラドン濃度 堀 秀朗ほか … (70)
- 環境における汚染負荷量調査
— 地域における部門別二酸化炭素排出量の特性 — 山原 敏ほか … (72)

(抄 録)

- ナホトカ号流出重油の日本海沿岸海域微生物による分解性 小森 正樹ほか … (73)
- 石川県保健環境センター研究報告書投稿規定 (74)

〔報 文〕

石川特産食品の高品質化に関する調査

石川県保健環境センター食品薬品科学部

中村 能則・澤田 道和・大西 道代
泉 広 栄・米林 潤一郎・水野 和明

キーワード：特産食品，栄養成分

1 はじめに

近年，本格的な高齢化社会の到来，肥満や生活習慣病の増加を背景として，健康に対する国民の関心が高まる中，過剰な栄養摂取やそのアンバランスの是正が求められている。

健康を維持増進していくためにはバランスのとれた食生活が基本であり，自らが食生活のあり方そのものを見直し，その改善に努めていくことが必要である。

そのためには，食品の栄養成分や安全性について適切な情報を広く提供することは極めて重要であり，これまでも，秋田県内産のきのこ類等¹⁾，京都伝統野菜の栄養成分調査²⁾についての報告がなされている。

そこで，本県の県民にとって親しみのある食材である，食品として日常継続的に摂取することが可能である県内の特産食品について，その栄養学的特質を明らかにし栄養改善等に資するとともに，有害金属による汚染及び農薬の残留の実態を把握するため調査を行うこととした。

本年度は，本県特産品の中でも，ビタミン，ミネラル，食物繊維などを豊富に含む野菜を取り上げた。

2 試料と方法

2・1 対象試料

特産食品として本県の伝統野菜である加賀野菜の中から根菜類を選んだ。金沢市産の源助大根，さつまいもの五郎島金時及び「やまといも」の一種である根上町産の加賀丸いもの3品種を選定した。また，特に芋類での比較を行うため，対照品として兵庫県産の丹波いも，愛媛県産の山の芋及び本県宇ノ気町産の長芋の計6品種を

試料とした。

これらの試料は，平成10年9月から11月の期間でいずれも各品種の最盛期に収穫されたものとした。

2・2 調製方法

調製方法は，試料を入手した当日に，土砂等を取り除くため水道水で水洗した。実際に食することを想定し，皮を剥きホモジナイズした後， -20°C で凍結保存した。但し，農薬の分析にあたっては，源助大根，五郎島金時のみ皮を残した。なお，水分及びビタミンCについては，入手した当日分析に供した。

2・3 分析項目及び分析方法

分析項目は，水分，灰分，タンパク質，カルシウム，リン，鉄，ナトリウム，カリウム，マグネシウム，銅，亜鉛，ビタミンC及び食物繊維，並びに有害金属のカドミウム，鉛，ヒ素及び農薬とした。

分析方法は，「日本食品標準成分表」(以下，「成分表」とする。)³⁾に記載の分析方法を参考として表1に示す方法で行った。

表1 分析項目及び分析方法

項 目	分 析 方 法
水 分	60°C 常圧加熱乾燥法
灰 分	450°C 乾式灰化法
タンパク質	ケルダール分解窒素定量法
無 機 質	乾式灰化→塩酸溶解→硝酸・過塩素酸分解→ICP法
ビタミンC	メタリン酸抽出→HPLC法
食物繊維	Prosky-AOAC標準法
有 害 金 属	乾式灰化→塩酸溶解→硝酸・過塩素酸分解 ヒ素：還元気化原子吸光光度法 その他：ICP法
農 薬	既報の方法 ³⁾⁻⁵⁾

Investigation of the special products of Ishikawa Prefecture by Yoshinori NAKAMURA, Michikazu SAWADA, Michiyo OHNISHI, Hiroe IZUMI, Jyunichirou YONEBAYASHI, Kazuaki MIZUNO (Environmental Health, Food and Drug Department, Ishikawa Prefectural Institute of Public Health and Environmental Science)

表 2 栄養成分の測定結果

	可食部 100g 当たり												
	水 分 g	灰 分 g	タ ン バ ク 質 g	無 機 質								ビ タ ミ ン C mg	食 物 纖 維 g
				カル シ ウ ム mg	リ ン g	鉄 mg	ナ トリ ウ ム mg	カ リ ウ ム mg	マグ ネシ ウム mg	銅 μg	亜 鉛 μg		
源助大根（金沢市）	94.5	0.5	0.1	25	26	0.1	20	102	11	12	106	16	1.3
成分表（だいこん）	94.5	0.6	0.8	30	22	0.3	14	240	7	23	120	15	1.2
五郎島金時（金沢市）	64.4	0.7	0.2	10	39	0.3	41	142	23	46	88	31	2.4
成分表（さつまいも）	68.2	1.0	1.2	32	44	0.5	13	460	25	130	180	30	1.7
加賀丸いも（根上町）	67.2	1.2	3.4	15	47	0.4	11	232	22	111	328	6	2.3
丹波いも（兵庫県）	67.3	1.3	3.6	22	61	0.3	8.6	388	24	89	601	6	2.6
山の芋（愛媛県）	65.1	1.1	3.6	13	52	0.4	8.5	265	19	73	197	5	2.9
成分表（やまいも）	66.7	1.5	4.5	16	70	0.5	12	590	28	160	620	5	2.5
長芋（宇ノ気町）	83.9	0.9	1.9	18	46	0.3	39	161	17	37	399	5	1.2
成分表（長芋）	82.6	1.0	2.2	17	27	0.4	3	500	17	100	310	6	1

3 結果及び考察

今回試料とした6品種の栄養成分、有害金属及び農薬の測定結果を表2及び表3に示した。

3・1 源助大根

源助大根については根の部分进行分析に供した。

栄養成分のうちタンパク質の含有量は0.1g/100gと少なく、成分表の値(0.8g/100g)と比較しても際立って少なかった。一方、ビタミンC、食物繊維は、それぞれ16mg/100g、1.3g/100gでほぼ成分表の値と近似していた。

無機質成分では、リン、ナトリウム、マグネシウムが成分表の値より多く、逆にカルシウム、鉄、カリウム、銅、亜鉛は少なかった。

なお、有害金属は検出されず、農薬の残留も見られなかった。

3・2 五郎島金時

いもの性質には粘質と粉質という分け方があるが、五郎島金時の特徴は、粉質が強いさつまいもで、金沢市の五郎島町を中心に作られている。

栄養成分のうち、今回試料とした6品種の中で最も豊富であるビタミンCの含有量は、31mg/100gで成分表の値と近似していた。また、食物繊維は2.4g/100gと比較的豊富であり、成分表の値(1.7g/100g)の約1.4倍であった。一方、タンパク質は、0.2g/100gで成分表の値(1.2g/100g)に対し約17%と極めて少なかった。

無機質成分では、ナトリウムが成分表の値に対して約3.2倍であったほかは、すべて下回っていた。

一方、有害金属については、ヒ素が0.01μg/gと僅かに検出された他は検出されず、また農薬の残留も見られなかった。

3・3 加賀丸いも

根上町特産の加賀丸いもは、「やまいも属」「つくねいも群」に属する黒皮の塊状種で、古くから各種の日本料理に使われている。また、その強い粘度と風味により、高級和菓子等に幅広く利用されている。

今回、対照品として同じ「つくねいも群」に属する兵庫県産の丹波いも、愛媛県産の山の芋及び同属の長形種である宇ノ気町産の長芋との比較を行った。

タンパク質、ビタミンC、食物繊維の含有量は概ね成分表と近似していた。一方無機質の含有量は総じて少なめで、カリウム、亜鉛が顕著であった。

また、つくねいも3品種の成分値の平均値に対する3品種それぞれの比を求め図1に示した。丹波いも、山の

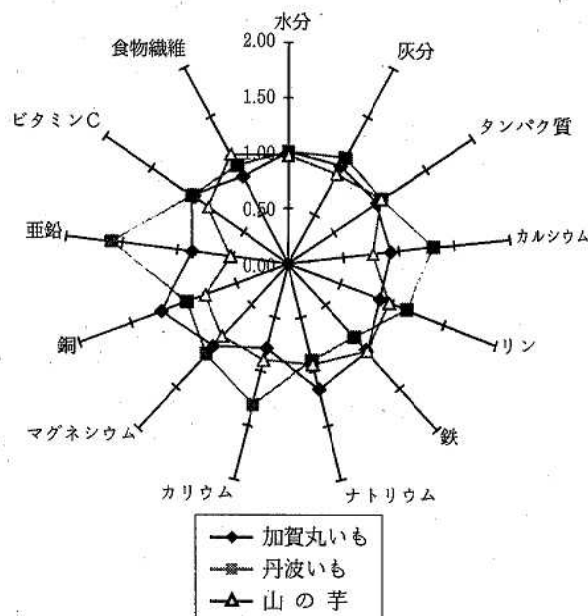


図1 つくねいも3品種平均に対する含有量倍率

表 3 有害金属及び農薬の測定結果

			源助大根 (金沢市)	五郎島金時 (金沢市)	加賀丸いも (根上町)	丹波いも (兵庫県)	山の芋 (愛媛県)	長 芋 (宇ノ気町)
有害金属	カドミウム	μg	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
	鉛	μg	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
	ヒ素	μg	<0.01	0.01	0.05	0.01	0.03	0.05
可食部 1g当たり	総BHC	μg	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
	α-BHC	μg	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
	β-BHC	μg	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
	γ-BHC	μg	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
	δ-BHC	μg	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
	ディルドリン	μg	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
	アルドリン	μg	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
	エンドリン	μg	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
	総DDT	μg	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
	PP-DDE	μg	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
	PP-DDD	μg	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
	OP-DDT	μg	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
	PP-DDT	μg	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
	ジコホール	μg	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
	エンドスルファン	μg	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
	α-エンドスルファン	μg	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
	β-エンドスルファン	μg	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
	エンドスルファンスルフェート	μg	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
	デルタメトリン	μg	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
	ペルメトリン	μg	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02
	フェンバレート	μg	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02
	クロルピリホス	μg	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
	フェニトロチオン	μg	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
	キナルホス	μg	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
	ダイアジノン	μg	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
	ピリミホスメチル	μg	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
	メチルパラチオン	μg	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
	パラチオン	μg	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
	馬拉チオン	μg	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005

芋についても加賀丸いもと同様な傾向を示した。主要成分、ビタミンC、食物繊維はほぼ近似していた。無機質成分では、丹波いもがカルシウム、カリウム、亜鉛等多く含む傾向にあるといえるが、その他については特段の差は見られなかった。

更に、長芋と加賀丸いもの比を図2に示した。加賀丸いもは長芋と比較すると、タンパク質が約1.8倍、ビタ

ミンCが1.2倍、食物繊維が1.9倍と比較的多く含まれていた。無機質成分でも総じて多く、とりわけ銅にあっては3倍を有していた。逆にナトリウムは、長芋の3割にも満たなかった。これは、長芋のナトリウム含有量が成分表の値に対し約13倍も多く含まれていたため、長芋のナトリウム含有量が高いのは、栽培地が海岸に近いといった地理的影響によるものと推定される。

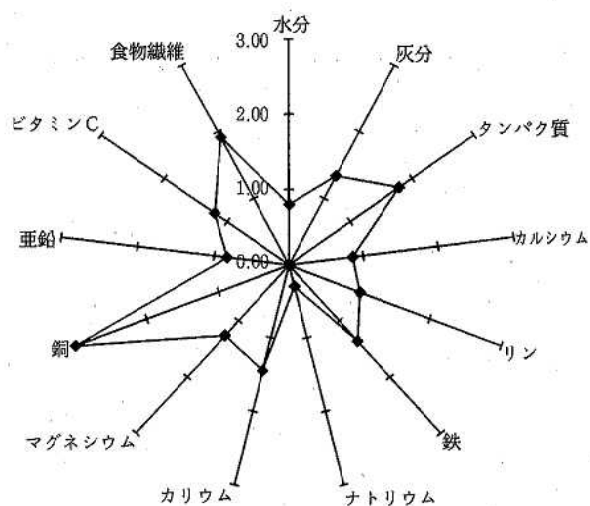


図2 長芋に対する含有量倍率

有害金属については、対照品も含めすべてのいもからヒ素が $0.01 \sim 0.05 \mu\text{g/g}$ の範囲で検出されたが、水銀、鉛、農薬は検出されなかった。

4 ま と め

今回の調査では、成分表との比較を主眼として行ったが、主要成分については大きな差は見られないものの、無機質成分については、かなりのばらつきが見られた。とりわけ、五郎島金時、本県産の長芋についてはナトリ

ウム含有量が際立って多く、土壌による影響のほか、地理的な影響も見逃せないことがわかった。一方、安全性の面においては、一部ヒ素が検出されたものの健康に影響を及ぼす量ではなかった。

従来より栄養指導や給食計画など栄養素摂取の算定には「成分表」が利用されているが、今回の調査結果からは、一部の成分については、場合によっては、よりどころのひとつ程度として捉えることも必要である。例えば、特定の疾病のための食事療法がなされている病者など、より精細な摂取量の算定が求められる場合などでは、実情に応じた独自の成分表が必要であると考えられる。

なお、本調査は11年度以降も継続していくこととしており、今後更に本県の特産食品についてその栄養価を明らかにしていきたい。

文 献

- 1) 佐野健ほか：秋田県衛生科学研究所報，31，(1987)
- 2) 筒井剛毅ほか：京都府保環研年報，39，(1994)
- 3) 科学技術庁資源調査会編：日本食品標準成分表
- 4) 砺波和子，瀬戸映子，小川清：石川保環年報，31，112—119 (1994)
- 5) 砺波和子，小川清：石川保環年報，32，135—142 (1995)
- 6) 砺波和子，笹木千春，坂本藤夫：石川保環年報，33，95—103 (1996)

〔報 文〕

ヘッドスペース GC/MS による異臭牛乳中の揮発性物質の分析

石川県保健環境センター食品薬品科学部 澤田 道和・大西 道代・中村 能則

キーワード : stench milk, volatile organic compounds, Head・Space GC/MS, internal standard method, solvent contamination

1 はじめに

平成10年度は和歌山県の「ヒ素混入カレー事件」、新潟県の「アジ化ナトリウム混入お茶事件」等の毒物等の意図的な混入による事件が続発した。

本県では、毒物等混入食品の分析は、平成11年3月11日に施行された「毒物による石川県健康危機管理対策指針」に基づき、当センター、保健所、石川県中央病院及び石川県科学捜査研究所と連携しながら分担することになった。

毒物等混入食品の分析には、不幸にも疾病者が発生した場合の早期治療や早期解決という面では迅速性が求められる。一方、事件対応の面では慎重性が、理化学的な食中毒としての行政試験の面では食品検査等業務管理に基づくデータの信頼性が、また、石川県情報公開条例の面ではデータの公開性が求められる。

本県内では、幸いにして毒物等が食品に混入され健康被害を呈するという事件は発生していない。

しかしながら、このような社会的背景から住民が常に不安感を抱いており、食品苦情として理化学検査の依頼が数件当センターに持ち込まれている。

中でも、危害分析重要管理点(HACCP)システムにより食品の衛生管理が実施されている乳及び乳製品製造事業所のS社で塗装用溶剤が牛乳に混入するという事故が平成11年3月上旬に発生した。

野菜中の低沸点有機塩素化合物、天然着色料製剤中の残留溶剤、香料製剤中の残留溶剤については、ヘッドスペース法^{1)~4)}、パージトラップ法⁵⁾、精油定量器⁶⁾等を

用いた分析の報告例があるものの、溶剤が混入した牛乳の報告事例は検索した文献の中からは見いだせなかった。

そこで、環境水及び飲料水等の水試料中の揮発性物質の測定に使用されているヘッドスペース GC/MS 法^{7)~9)}を用いて異臭牛乳中の揮発性物質を分析した。その際、牛乳中の揮発性物質の気化が環境水より困難なこと、検体の保存場所や試験室の環境によって空気中の揮発性物質が牛乳の紙パックを透過して牛乳を汚染すること等の分析する際に支障となる事柄について若干の知見が得られたので報告する。

2 異臭牛乳の発生経緯

平成11年3月3日頃、S社第1工場の保冷库で一部床塗装工事が行われた。

平成11年3月6日(土)に製造された牛乳約12,000パック(事故牛乳:以下M-2と略す。)は、月曜日まで、通常の約10倍の約48時間保冷库で保存された後、金沢・加賀地域の各小中学校に出荷された。

平成11年3月8日(月)、各小中学校に納入された学校給食用牛乳を飲用した生徒からシンナー臭、インク臭、ペンキ臭、マジック臭等がするという苦情の申し立てがあった。

直ちに厚生部生活衛生課、関係保健所及び食品監視機動班が現地に出向き、聞き取り調査と学校に残された検体等の採取を実施した。

このような情報から、初期の段階で牛乳に有機溶剤の混入が疑われた。

Analysis of volatile organic compounds in the stench milk by Head・Space GC/MS. by Michikazu SAWADA, Michiyo OHNISHI, Yosinori NAKAMURA (Environmental Health, Food and Drug Department, Ishikawa Prefectural Institute of Public Health and Environmental Science)

3 試 験 内 容

3・1 検体の種類

当センターに試験依頼された牛乳、対照とした他社製の牛乳及び溶剤は表1のとおりである（以下、牛乳をM-1～M-6、溶剤をS-1と略す。）。

3・2 検体の保存

揮発性物質測定用の環境水等の検体は、凍結させず冷蔵保存されることから^{7)~9)}、搬入された牛乳を低温室（3.5～14.0℃）で保存した。その後、低温室にはアセトニトリル、ジクロロメタンで希釈された溶液等が保存されていることが分かったので、牛乳が氷温室（-2.0～4.5℃）で凍結しないことを確認し、溶剤による牛乳の汚染を避けるため氷温室に移し替えた。その際、同一ロットの検体の代表性を確保するため、搬入パック数の多いM-2とM-4はそれぞれ5本ずつ混合するとともに、溶剤等の汚染を防止するため牛乳の検体は全てガラス製の密栓付きろ過瓶に移し替え、保管した。

3・3 標準液等の調整

ヘッドスペース法による定性試験で測定対象物質を特定するとともに、環境水等で基準値が設定されている有害揮発性物質の混入の有無を確認するため市販の混合標準原液を用いることにした。

① 標準原液：

- ・揮発性有機化合物混合標準液（23混合物質 1,000 µg/ml：関東化学（株））
- ・エチルベンゼン（99.0%以上：東京化成（株））

② 内部標準液：p-ブロモフルオロベンゼン（1,000 µg/ml：東京化成（株）（以下、PBFBと略す。））

③ 標準液希釈用溶媒：残留農薬用メタノール（和光純薬（株））

④ 試料希釈水：ナチュラルミネラルウォーターエビアン（原産国フランス）

⑤ 標準溶液：標準原液をメタノールで希釈し、低濃度検量線用に0、10、30、100 µg/ml、高濃度検量線用に0、100、500、1,000 µg/mlの標準溶液を調整した。

3・4 揮発性物質の分析方法及び使用機器

(1) 分析方法

分析方法は、環告第59号（昭和46年12月28日）に基づくヘッドスペース-GC/MS法によった^{9)・10)}。

ただし塩析用として用いられている食塩は、牛乳が固まるので使用しなかった。

(2) 分析機器

GC/MS：バリオン saturn 2000

ヘッドスペース：テクマ社製7000オートサンプラー（50本）

(3) 分析条件

GC、MS及びヘッドスペースの分析条件を表2-1～2-3に示す。

3・5 試料の分取

試験に供する際に、氷温室から検体の入ったガラス製の密栓付きろ過瓶を試験室に持ち込み分取した。

M-1～M-6の牛乳については、22mlのバイアル瓶

表2-1 GC 条 件

カラム	DB624 60m×0.32mm 膜厚1.8µm
カラム昇温条件	35℃（2分）→4℃/分→50℃→10℃/分→220℃（10分）
注入温度	220℃
ヘリウムガス圧	340 kpa

表2-2 MS 条 件

検出器	イオントラップ装置
測定モード	スキャン測定（35～260 m/z）
溶媒カット時間	6分
モニターイオン	PBFB 95, 176 EB 91, 106 m,p-Xy 91, 106 o-Xy 91, 106

表2-3 ヘッドスペースオートサンプラー

加熱温度及び時間	60℃, 25分間
振とう時間	10分間
平衡時間	10分間
サンプル注入量	500 µl

表 1 検 体 の 種 類

番 号	試 験 品 名	製造場所	保管場所	製造年月日	品質保持期限
M-1	対照牛乳 S 社 事 故 前	第2工場	試 験 室	1999/3/4	1999/3/11
M-2-1	事故牛乳 S 社 事 故	第1工場	中学校(回収)	1999/3/6	1999/3/13
M-2-2	事故牛乳 S 社 事 故	第1工場	中学校(回収)	1999/3/6	1999/3/13
M-3	対照牛乳 S 社 事 故 後	第2工場	試 験 室	1999/3/7	1999/3/14
M-4	対照牛乳 S社事故後の製造ラインチェック	第1工場	製 造 直 後	1999/3/9	1999/3/16
M-5	対照牛乳 N社牛乳(市販品)	—	—	—	1999/3/16
M-6	対照牛乳 Y社牛乳(市販品)	—	—	—	1999/3/16
S-1	溶 剤 保 冷 庫 床 塗 装				

に試料10ml分取したもの、又試料1mlにエビアン9mlを加えたものにそれぞれPBFB (1,000 $\mu\text{g/ml}$) 1 μl をマイクロシリンジで加え封入し、試験に供した(以下、前者を試験液、後者を希釈試験液と略す。)

S-1の溶剤については、あらかじめメタノールで10万分の1に希釈した溶液1mlを分取し、同様の希釈試験液を作成し、試験に供した。

3・6 定量方法

定量方法として内部標準法を用いることにした。

エビアン10mlを入れた22mlのバイアル瓶に、標準溶液を1 μl とPBFB 1 μl をそれぞれマイクロシリンジで注入し試験に供した(以下、標準試験液と略す。)

Y軸にPBFBのピーク面積に対する各標準物質のピーク面積の比(以下、ピーク面積比と略す。)を、X軸に標準物質質量 (ng) をプロットし、検量線を求めた。

添加回収率は、M-4の希釈試験液にEB, m, p-Xy及びo-Xyをそれぞれ1,000ng添加して求めた。

4 測定結果及び考察

4・1 試料分取量と揮発性物質気化量との関係

試験に用いたバイアル瓶のヘッドスペースの容量が常に12mlになるように、牛乳とエビアンの分取量を0～10mlの範囲で変え、混合した試験液及び希釈試験液を試験に供した。測定したPBFB 1,000ngのピーク面積と牛乳分取量との関係を表3に示した。

試料分取量が1mlの場合のPBFBピーク面積は、10mlの場合の7.6倍、0.002mlの場合にはエビアンの場合と同様32倍であった。

このように、牛乳(食品衛生法の乳等の成分規格乳脂肪分3.0%以上)に混入した揮発性物質を気化させることが環境水等の水試料の場合よりも難しいことが分かった。

4・2 定量方法

(1) 内部標準法による定量

表3 試料分取量によるPBFB気化量の変化

検体の種類	試料分取量	ミネラルウォーター (エビアン:ml)	メタノール (μl)	PBFBの ピーク面積	比率	比率対数
牛乳の試験	10.00	0.00	1	25,900	1.0	0.00
牛乳の試験	1.00	9.00	1	197,000	7.6	0.88
牛乳の試験	0.04	9.96	1	698,000	26.9	1.43
牛乳の試験	0.02	9.98	1	751,000	29.0	1.46
牛乳の試験	0.002	10.00	1	827,000	31.9	1.50
エビアンの試験	0.000	10.00	1	828,000	32.0	1.50
溶剤の試験	0.00001	9.00	1,001	429,000	16.6	1.22

M-2とM-4マスキングマトグラムを図1—1, 1—2に示した。M-2の主ピークは図1—1から⑨がエチルベンゼン(以下EBと略す。), ⑩がm-キシレンとp-キシレン(以下m-キシレンとp-キシレンを合わせてm, p-Xyと略す。), ⑪がo-キシレン(以下o-キシレンをo-Xyと略す。), ⑤がヘキサンであった(⑤はM-1～M-6の全てのマスキングマトグラムでピークが出現し、牛乳特有の物質とみなしていたが、後述する3.3の結果からヘキサンで、実験室内で牛乳に混入したと推定された)。

検体の定量に際し、揮発性物質が高濃度に含まれる検体M-2とS-1は0～1,000ng (m, p-Xyの場合0～2,000ng)の高濃度検量線、それ以外は0～100ng (m, p-Xyの場合0～200ng)の低濃度検量線を用いた(図2—1, 2—2)。

M-1～M-6及びS-1の定量結果を表4に示した。M-2にはEB, m, p-Xy及びo-Xyが2.07, 0.99, 0.22 $\mu\text{g/ml}$ 、それ以外の牛乳には全て0.01 $\mu\text{g/ml}$ 以下、S-1には64.2, 23.8, 5.7%含まれていた。

事故後、第1工場で試験製造されたM-4にはEB, m, p-Xy及びo-Xyが0.01 $\mu\text{g/ml}$ 以下しか含まれていないことから、製造ラインは汚染されていないこと、またM-2とS-1のEB, m, p-Xy及びo-Xyの比率がそれぞれ63:30:7, 68:25:6ではば一致したことにより、M-2は保冷庫の床塗装の溶剤によって汚染されたと推定された。

水道法では、Xyは監視項目(指針値0.4 $\mu\text{g/ml}$)に定められているが、EBは定められていない。M-2を1本200ml飲用した場合のXyの摂取量は、0.24mgで、指針値の濃度が含まれた飲料水を1日当たり2リットル飲用した場合の量(0.8mg)の約1/3であったと推測された。

添加回収率はEB, m, p-Xy及びo-Xyが113, 113, 107%であった。添加回収試験結果から、3.1で記述したように脂肪分含有量の違いにより試料中の揮発性物質

の揮散量が異なるものの、これを補正するために内部標準法を用いることによりヘッドスペース法で牛乳中の揮発性物質が定量できることが分かった。

(2) 標準添加法による定量

4.1の結果から牛乳に含まれる種々の物質の含有量により、測定対象の物質の気化量が左右されることが分かったので、4.2(1)で求めたM-2の測定結果を検証するため、牛乳中の種々の物質の含有量を一定条件下に

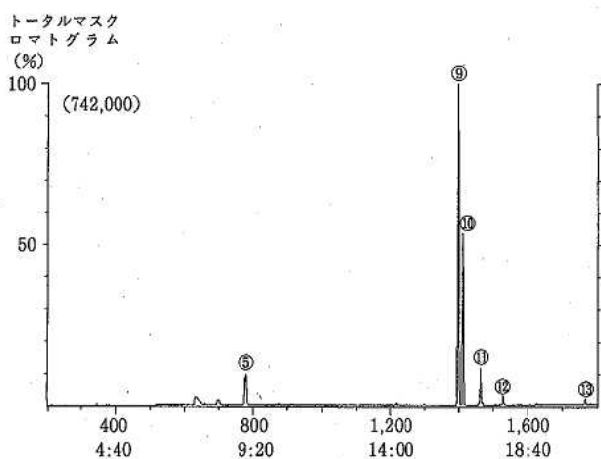


図1-1 M-2のマスキロマトグラム

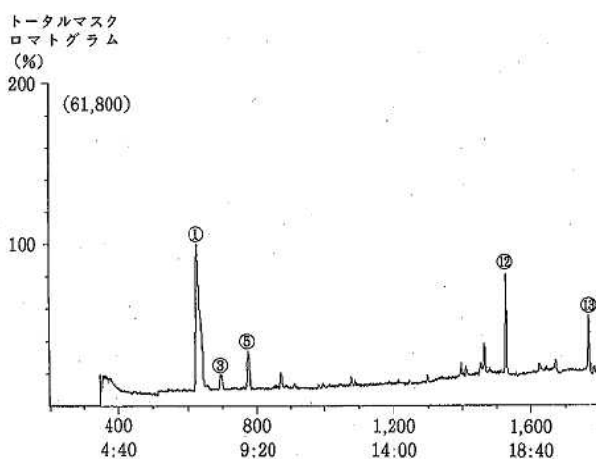


図1-2 M-4のマスキロマトグラム

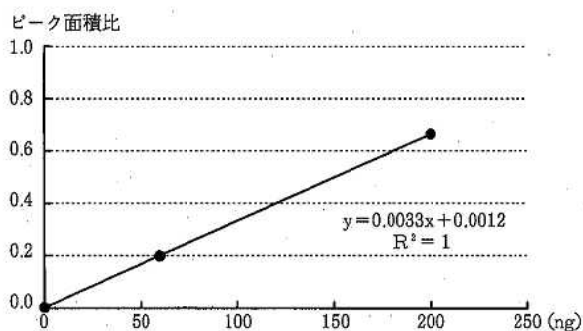


図2-1 m, p-キシレン

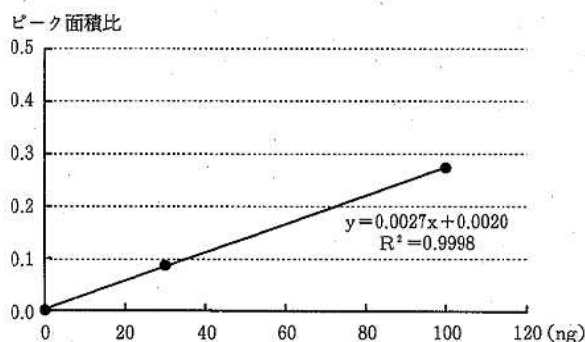


図2-2 o-キシレン

表 4 測 定 結 果

番 号	試 験 品 名	試 料 (ml)	濃 度 (μg/ml)									
			総和 (A)		エチルベンゼン (a)		総 キ シ レ ン (B)					
			A/A		a/A		B/A		m, p-キシレン (b)		o-キシレン (c)	
M-1	対照牛乳 S 社 事 故 前	10	0.02	1.00	0.01	0.52	0.01	0.48	0.01	0.38	0.00	0.10
M-2-1	事故牛乳 S 社 事 故	10	3.28	1.00	2.07	0.63	1.21	0.37	0.99	0.30	0.22	0.07
M-2-2	事故牛乳 S 社 事 故	1	3.30	1.00	1.99	0.60	1.31	0.40	1.07	0.32	0.24	0.07
M-3	対照牛乳 S 社 事 故 後	10	0.02	1.00	0.01	0.49	0.01	0.51	0.01	0.40	0.01未満	0.12
M-4	対照牛乳 S社事故後の製造 ラインチェック	10	0.01	1.00	0.01	0.50	0.01	0.50	0.01未満	0.36	0.01未満	0.14
M-5	対照牛乳 N社牛乳(市販品)	1	0.01未満	1.00	0.01未満	0.17	0.01未満	0.83	0.01未満	0.60	0.01未満	0.23
M-6	対照牛乳 Y社牛乳(市販品)	1	0.01未満	1.00	0.01未満	0.23	0.01未満	0.83	0.01未満	0.60	0.01未満	0.23
M-4 (添加回収試験回収率: 1,000ng)							113%		113%		107%	
S-1	溶 剤 保冷库床塗装	0.00001	93.9%	1.00	64.2%	0.68	29.5%	0.31	23.8%	0.25	5.7%	0.06

(注) a: エチルベンゼンの濃度, A: a+b+c

b: m, p-キシレンの濃度, B: b+c

c: o-キシレンの濃度

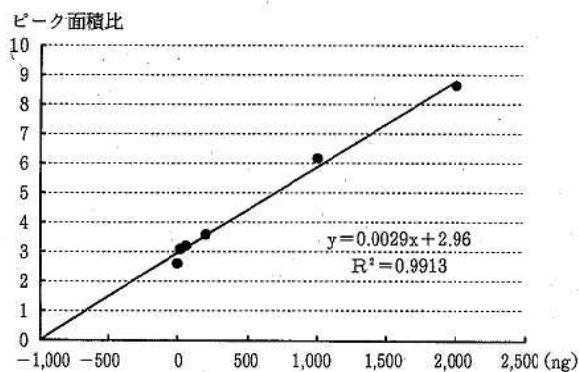


図3 標準添加法 (m, p-キシレン)

して濃度を求める標準添加法を用いることにした。M-2の希釈試験液に0~1,000 $\mu\text{g/ml}$ (m, p-Xyの場合0~2,000ng)の濃度の標準溶液1mlをそれぞれ加え、試験に供し、2.6.1の内部標準法と同様にプロットして回帰式を求めた。

m, p-Xyの回帰式は、 $Y = 2.95 \times 10^{-3}X + 2.96$ ($r = 0.996$: 図3), o-Xyは、 $Y = 2.37 \times 10^{-3}X + 0.588$ ($r = 0.998$)であった。

M-2の含有量を算出するためのm, p-Xyの計算式は、 $X(\mu\text{g}) = 3.36 \times 10^{-1}Y - 0.989$, o-Xyは $X(\mu\text{g}) = 4.19 \times 10^{-1}Y - 0.245$ であった。

標準添加法と内部標準法の測定結果を比較すると、m, p-Xyが0.99, 0.99 $\mu\text{g/ml}$, o-Xyが0.25, 0.22 $\mu\text{g/ml}$ で、両者がよく一致した。

このことから、1検体当たりの測定試料数が多くなる標準添加法を用いなくても内部標準法で牛乳中の揮発性物質が定量できることが検証された。そこで、以後の試験では内部標準法で定量することにした。

4・3 汚染の確認試験

ポリエチレン樹脂でラミネートされた牛乳の紙容器は気体を透過させることが知られている。そこで、牛乳が活性炭のように揮発性物質を吸脱着すること及び牛乳パックを気体が透過することについて再確認するため以下の試験を行った。

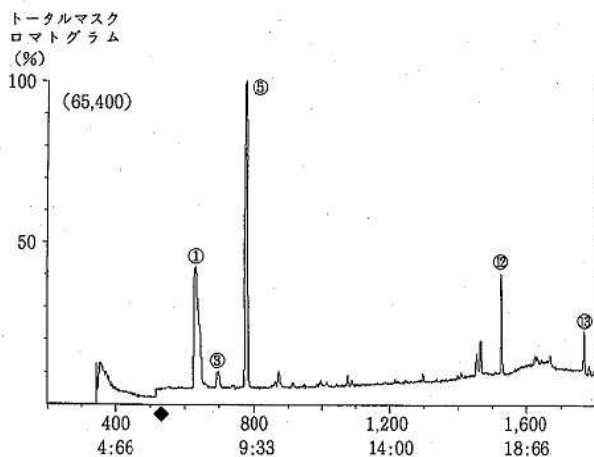
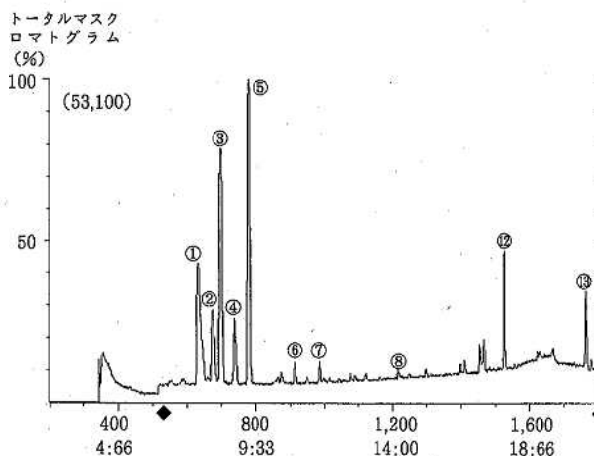
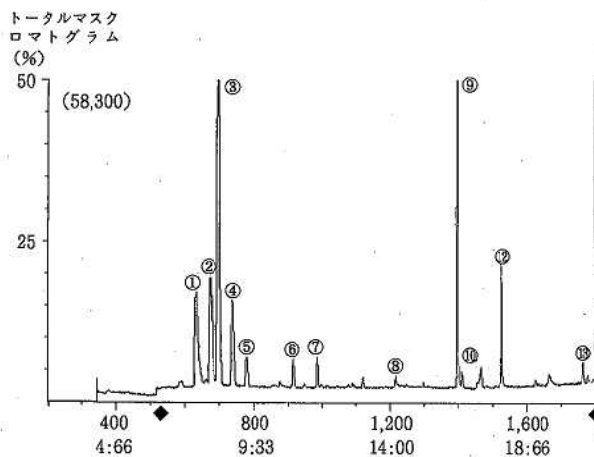
(1) 開封条件での汚染(低温室)

M-2, M-4及びM-5の試料をそれぞれ100ml分取したビーカー(100ml)を、同時に低温室に24及び48時間放置し、これらの希釈試験液を試験に供した。

その測定結果をピーク面積比として表5-1に、また、M-4のマスキロマトグラムを図4-1~4-3に示した。

ア 実験開始当初(0時間目)

①, ⑤, ⑬のピークが3検体から共に検出された。①, ⑤は実験室でよく使用されるアセトン、ヘキサンで、何

図4-1 溶剤の移行確認試験
(低温室: 0時間後, 検体 M-4)図4-2 溶剤の移行確認試験
(低温室: 24時間後, 検体 M-4)図4-3 溶剤の移行確認試験
(低温室: 48時間後, 検体 M-4)

度か実験室内にこれらの検体を持ち込み分取しているの
で、その際にこれら物質によって検体が汚染されたもの
と考えられる。⑬はマスペクトルによるライブラリー
検索からカラムからのブリードと推定された。

イ 24時間目, 48時間目

実験開始当初に確認されたピーク以外に新たに②, ③,
④, ⑥及び⑦のピークが3検体から共に検出された。そ
れらのピークは順にアセトニトリル, ジクロロメタン,
メチルエチルケトン, クロロホルム及びベンゼンであっ
た。これらのピーク面積比は, 3検体共に経時的に増加
傾向が, 一方⑤のピークについては逆に減少傾向が見ら
れた。

⑨のEBについては, M-2が51.5, 47.3, 44.3へと経
時的に減少傾向が, EBに汚染されていなかったM-4

が0.1, 0.1, 7.7, 同じくM-5が0.1, 0.2, 1.4へと経時
的に逆に増加傾向が, また⑩, ⑪のm, p-Xy, o-Xyに
についても同様の傾向を示した。

このような傾向から当所を持ち込まれた当日の牛乳中
には②, ③, ④, ⑥及び⑦のピークの物質は含まれてお
らず, 低温室内でこれら物質によって汚染され, 一方,
⑤のヘキサンは実験室内で汚染され, その後保管された
低温室内のヘキサン濃度が低いため牛乳から揮散し減少
したと推定された。また, 工場内で⑨~⑪のEB, m, p-
Xy及びo-Xyにより汚染されたM-2からこれら物質が
低温室内で揮散し, M-4, M-5を汚染させたと推定され
た。

このように牛乳中の揮発性物質は, 保管場所の空气中
濃度と平衡状態になるため, 気液の2相間を移行し, 牛

表5-1 溶剤の移行確認試験 (低温室: 開封条件)

検体の種類	ピーク番号	ピーク①	ピーク②	ピーク③	ピーク④	ピーク⑤	ピーク⑥	ピーク⑦	ピーク⑧	ピーク⑨	ピーク⑩	ピーク⑪	ピーク⑫	ピーク⑬
	保持時間	7.36	7.86	8.13	8.61	9.06	10.64	11.51	14.18	16.32	16.48	17.05	17.84	20.61
	物質名	アセトン	アセトニトリル	ジクロロメタン	メチルエチルケトン	ヘキサン	クロロホルム	ベンゼン	トルエン	エチルベンゼン	m, p-キシレン	o-キシレン	内部標準物質(o-プロモフルオロベンゼン)	カラムから溶出?
	M/Z	43, 57	40, 42, 54	49, 84	43, 57, 73	41, 56	83, 85	77, 78	91, 92	91, 106	91, 106	91, 106	95, 176	73, 147
M-5 (N社) (10ml)	0時間	2.8	0.1	0.1	0.0	6.3	0.1	0.0	0.2	0.1	0.1	0.0	1.0	0.1
	24時間	3.2	1.8	6.9	2.0	6.3	0.4	0.4	0.3	0.2	0.1	0.0	1.0	0.1
	48時間	4.0	3.5	10.0	3.2	0.8	0.7	0.6	0.3	1.4	0.2	0.1	1.0	0.1
M-4 (S社事故後) (10ml)	0時間	8.3	0.0	0.6	0.0	7.3	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	1.0	0.6
	24時間	6.3	2.1	7.1	2.1	5.7	0.5	0.4	0.1	0.1	0.1	0.0	1.0	0.2
	48時間	5.0	5.0	9.3	2.9	0.6	0.6	0.6	0.2	7.7	0.2	0.1	1.0	0.1
M-2 (S社事故) (10ml)	0時間	5.4	0.0	1.9	0.1	7.9	0.3	0.2	0.4	51.5	28.8	5.6	1.0	0.2
	24時間	4.9	2.1	8.0	2.2	5.9	0.6	0.5	0.4	47.3	26.5	5.4	1.0	0.2
	48時間	4.5	3.4	9.9	3.0	0.7	0.7	0.6	0.4	44.3	24.3	4.6	1.0	0.1

表5-2 溶剤の移行確認試験 (デシケータ: 密封条件)

検体の種類	ピーク番号	ピーク①	ピーク②	ピーク③	ピーク④	ピーク⑤	ピーク⑥	ピーク⑦	ピーク⑧	ピーク⑨	ピーク⑩	ピーク⑪	ピーク⑫	ピーク⑬
M-4 エチルベンゼン の量(g) (10ml)	保持時間	7.36	7.86	8.13	8.61	9.06	10.64	11.51	14.18	16.32	16.48	17.05	17.84	20.61
	物質名	アセトン	アセトニトリル	ジクロロメタン	メチルエチルケトン	ヘキサン	クロロホルム	ベンゼン	トルエン	エチルベンゼン	m, p-キシレン	o-キシレン	内部標準物質(o-プロモフルオロベンゼン)	カラムから溶出?
	M/Z	43, 57	40, 42, 54	49, 84	43, 57, 73	41, 56	83, 85	77, 78	91, 92	91, 106	91, 106	91, 106	95, 176	73, 147
(CASE-1) 0.0	24時間	8.2	0.0	0.5	0.0	0.8	0.1	0.1	0.1	0.2	0.1	0.0	1.0	0.2
(CASE-2) 0.2	24時間	9.3	0.0	0.6	0.0	0.7	0.1	0.1	0.2	1,638	31.4	0.0	1.0	0.1
(CASE-3) 2.0	24時間	10.0	0.0	0.8	0.7	0.8	0.1	0.1	0.3	2,102	70.2	0.0	1.0	0.1

乳は活性炭のような吸脱着を繰り返すと考えられた。

(2) 密封条件での汚染(デシケーター)

紙パックを透過して牛乳中に揮発性物質が移行することを確認するため、揮発性物質としてEBを0, 0.2及び2g入れた3個のデシケーター(容量3.5l)中にM-4の未開封200ml牛乳パックを室温20°Cで24時間放置し、これらの試験液を試験に供した。その試験結果を表5-2に示した。

ケース2の場合、デシケーター(3.5リットル)に入れた0.2gのEBは24時間後に全て気化していた。牛乳中のEBの面積比は1,640で、濃度は76.9 μ g/mlであった。総量にして15.4mgのEB(デシケーター中のEB総量に対して7.7%)が紙パックを通過して牛乳中に吸収された。M-4のm, p-Xyの増加はEBの不純物によるものである。

ケース3の場合、デシケーターに入れたEB 2gの約1/2が気化しており、EBの面積比は2,100でEBの吸収された量はケース2より多かった。

5 ま と め

毒物等の混入食品の分析には、迅速性・慎重性・信頼性及び公開性が求められており、日頃から分析に関する情報収集・分析訓練が不可欠である。今回の異臭牛乳中の揮発性物質の分析を通じて以下のことが分かった。

(1) 牛乳中の揮発性物質の気化量は水試料(エビアン等)の場合の約1/30であった。乳脂肪分が揮発性物質の気化に影響を与えていると考えられた。

(2) 内部標準法によるEB, m, p-Xy及びo-Xyの添加回収率は、113, 113, 107%であった。

(3) 標準添加法と内部標準法の2方法で定量した牛乳中の揮発性物質濃度は、m, p-Xyが、0.99, 0.99 μ g/ml, o-Xyが0.25, 0.22 μ g/mlで、両者の測定結果がよく一致した。

(4) 牛乳中の揮発性物質の定量試験には、内部標準法によるヘッドスペースGC/MS法が適していると判断された。

(5) 事故牛乳と溶剤に含まれているEB, m, p-Xy及びo-Xyの比率は、それぞれ63:30:7, 68:25:6でほぼ一致した。事故牛乳は、床塗装に使用された溶剤が保冷庫内で気散し、汚染されたと推定された。

(6) 牛乳の紙パックは、揮発性物質を透過し汚染され易いこと、また牛乳中の揮発性物質は、保存場所の空気中の濃度により容易に気化と吸着を繰り返すことを確認した。検体を適正に保管・管理して分析に供する必要がある。

食品の分析は、食品の種類により前処理が異なりしかも検査項目が多岐に渡る。そこで、毒物等の混入食品の分析マニュアルを整備し、迅速に対応する必要がある。

文 献

- 1) 日高利夫, 桐ヶ谷忠司, 上條 晶, 木川 寛, 河村太郎: 食衛誌, 32, 308—314 (1991)
- 2) 植松洋子, 広門雅子, 平田恵子, 中島和雄, 風間成孔: 食衛誌, 34, 232—238 (1993)
- 3) 植松洋子, 鳩岡友紀, 平田恵子, 広門雅子, 風間成孔: 食衛誌, 35, 645—651 (1994)
- 4) 植松洋子, 真升友紀, 平田恵子, 広門雅子, 安田和男, 鈴木助治: 食衛誌, 38, 97—104 (1997)
- 5) 飯島政雄, 星野庸二, 徳丸雅一, 能勢憲英: 食衛誌, 35, 180—186 (1994)
- 6) 林 智子, 渡辺美和, 深谷幸代, 吉田喜代子, 昆野和典, 堀田 之, 猪飼誉友, 岡 尚男, 早川順子, 石川直久: 食衛誌, 36, 35—359 (1995)
- 7) (株)日本水道協会: 上水試験方法, p795, 東京 (1993)
- 8) (株)日本水道協会: 上水試験方法解説編, p687, 東京 (1993)
- 9) 環境庁環境法令研究会編集: 環境六法, 中央法規出版, p2667, 東京 (1998)
- 10) 日本工業標準調査会審議: 用水・排水中の揮発性有機化合物試験方法 (JIS K0125), (財)日本規格協会, p65, 東京 (1995)

〔報 文〕

環境 γ 線スペクトルの変動に関する基礎的検討

石川県保健環境センター環境放射線部 梶田 武史・泉 善博・吉田 弘

キーワード： γ 線スペクトル、レスポンスマトリックス法、U系列、Th系列、K-40

1 はじめに

石川県では、平成2年7月から環境放射線監視テレメータシステムにより、志賀原子力発電所周辺の環境放射線の連続測定を実施している。

測定にはNaI (Tl) シンチレーション式及び電離箱式の2種類の検出器を使用しているが、前者からは環境 γ 線に関する情報として、G(E)関数荷重演算方式¹⁾により換算した3 MeVまでの線量率及びそのエネルギー範囲を3つに分けた線量率を収集している。

線量率の異常上昇があった場合、これらのデータの相関関係をチェックし、自然要因によるものか、人工要因

によるものかの判断に資することができる¹⁾。

しかし、この方式は詳細なエネルギー情報を伴わないため、収集したデータから線量上昇の直接原因となった核種を特定することは困難である。

それを補う観点から、平成9年度末の放射線測定器更新時に、新たに γ 線スペクトロメータを整備し測定を開始した。今回、環境 γ 線スペクトルの自然変動のパターンを把握することを目的として基礎的な検討を行った。

2 調査方法

環境 γ 線の測定には、志賀観測局におけるアロカ^(株)製温度補償型3" ϕ $\times$ 3" NaI (Tl) シンチレーション式検

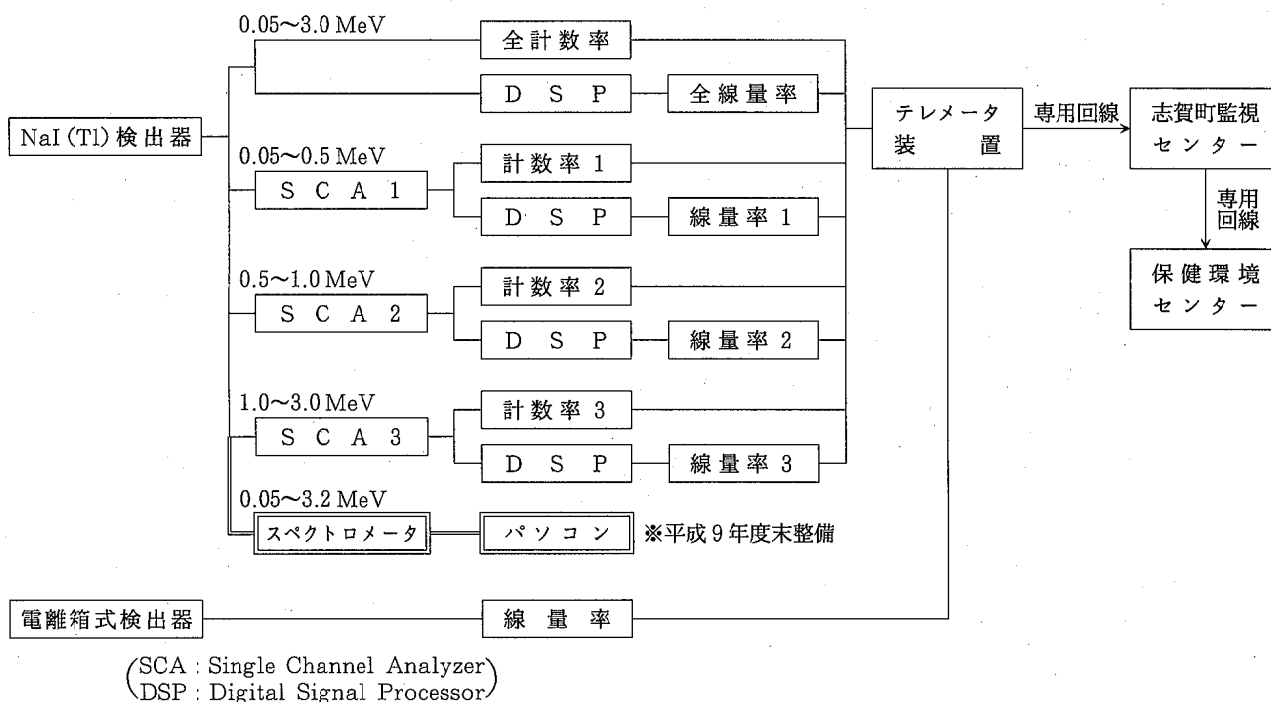


図 1 データ収集システム

A Basic Study of Change of Environmental γ -ray Spectrum at Shika Monitoring Station
by Takeshi MASUTA, Yoshihiro IZUMI and Hiroshi YOSHIDA (Environmental Radiation
Department, Ishikawa Prefectural Institute of Public Health and Environmental Science)

表 1 機 器 構 成

機 器	構 成
検 出 器	3"φ×3" NaI (TI) シンチレーション検出器 (温度補償, エネルギー補償回路付き)
M C A	γ線スペクトロメータ
パ ソ コ ン	ノートパソコン MO (640MB)
	ア ロ カ (株) MAR-R22-950-1
	ア ロ カ (株) ASM-310
	富 士 通 (株) FMV-BIBLO NUM16
	オリンパス(株) MOS341S

出器を用いた。検出部は地上1.8mに上向きに設置しており、線量率への変換は、波高値に対しG(E)関数を荷重演算する方式である。測定エネルギー範囲は0.05~3 MeVであり、3系統のシングルチャンネル波高分析器により、それぞれ0.05~0.5 MeV (SCA 1), 0.5~1.0 MeV (SCA 2), 1.0~3.0 MeV (SCA 3)に区分し、それぞれの線量率を10分毎にテレメータシステムにより収集している。

γ線スペクトロメータのチャンネル数は1,000であり、計測時間間隔を10分間に設定し、連続測定したスペクトルデータをエンドレスでメモリに保存している。メモリの保存容量は10分値で約24日間分

である。データは半月毎にパーソナルコンピュータに書き出して回収し、処理を行った。機器構成を表1に、データ収集システムを図1に示す。

3 解 析 方 法

回収した環境γ線スペクトルは、10分間毎の波高分布(分解能1,000チャンネルの各チャンネル毎の計数)として得られる。

以下の手順により、波高分布から検出器への入射γ線のエネルギースペクトルを求め、エネルギー帯別の時系列変化を調べた。また、エネルギースペクトルから天然放射性核種の成分別の濃度を求め、その変動を求めた。

- ① K-40 (1.461MeV) と Tl-208 (2.614MeV) の2つのピークを利用してエネルギー校正を行う。
- ② 湊²⁾の方法に従って作成された22×22レスポンス行列を用いてレスポンスマトリックス法によるアンフォールディングを行い、線束密度で表した入射γ線のエネルギースペクトルを求める。
- ③ エネルギースペクトルの Bi-214 (1.764MeV), Tl-208 (2.614MeV) 及び K-40 (1.461MeV) に対応するピークの値からそれぞれU系列, Th 系列及びK-40の濃度を求める。

表 2 デ ー タ 処 理 機 能

デ ー タ 処 理 機 能
(1) データ収集
(2) FD 読み込み
(3) ファイル管理
(4) スペクトル鳥瞰図
(5) スペクトル処理
・エネルギーキャリブレーション
・レスポンスマトリックス法、G(E)関数による線量率計算
・レスポンスマトリックス法によるU系列、Th 系列、K-40濃度計算
・スペクトル間の演算
・ROI の設定、情報の表示、演算ほか
(6) トータルスペクトル鳥瞰図
(7) テレンドグラフ
(8) レポート
(9) データベース

手順①~③の計算はアロカ(株)が作成したプログラムを用いて行った。γ線スペクトロメータのデータ処理機能を表2に示す。

4 結 果 及 び 考 察

4・1 降水による線量率の上昇

降水時に空間線量率が上昇することはよく知られており、その原因は降水中に含まれるU系列の Rn-222娘核種によるものである³⁾。

夏場において、降水により線量率が大きく上昇した日を選び、スペクトルの変動を調べた。

降水に伴う空間線量率と波高分布スペクトルの変動例を図2及び図3に示した。図2は線量率の変動を、図3は降水時を含む5時間分の波高分布スペクトルの変動を鳥瞰図で表したものである。スペクトルの横軸は0~3.2MeVに対応したチャンネルであり、縦軸は10分間の計数である。降水時には線量率の上昇に対応してスペクトル分布の盛り上がりが見られ、特にU系列の Bi-214に相当するピークの上昇が見られる。

図4及び図5は降水前と降水中の波高分布スペクトルを比較したものである。図5には降水による増加分のみを示した。U系列の Bi-214及び Pb-214に相当するピー

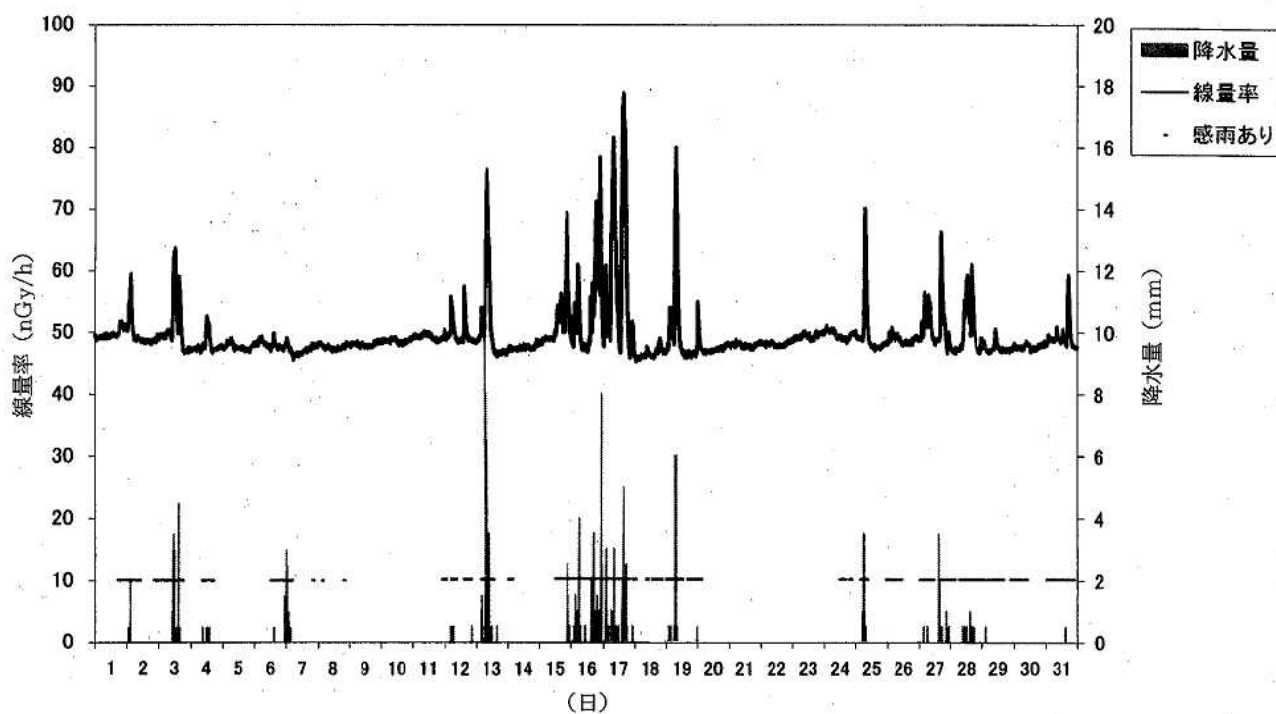


図 2 降水による線量率の変動（平成10年8月・志賀局）

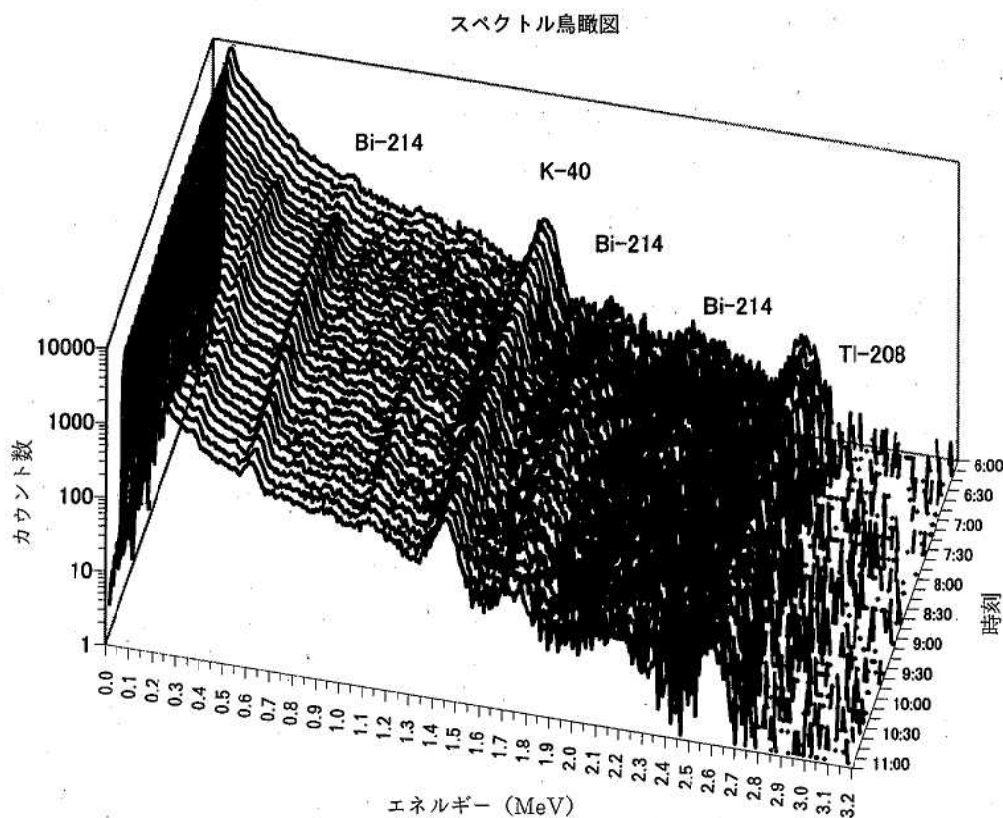


図 3 降水による波高分布スペクトルの変動（平成10年8月13日午前6時～11時・志賀局）

クでは降水中的上昇が大きい、K-40及びTh系列のTl-208に相当するピークはほとんど変化していない。

図6は、レスポンスマトリックス法により、波高分布

スペクトルを線束密度で表した入射γ線のエネルギー・スペクトルに変換し比較したものである。

湊の方法では、スペクトルはエネルギー範囲0.05～3.2MeVの間を22の領域（エネルギービン）に分けて求められる。それぞれのビンは主な天然放射性核種からのγ線が一つのビンに収まるように作られており、各ビンのエネルギー範囲及び対応する核種は表3⁴⁾のとおりである。

図7は、降水前の各ビンの線束密度を1に基準化して相対比（降水中/降水前）

で表した⁵⁾降水中のエネルギー・スペクトルである。Bi-214とPb-214を含むビンの相対比の上昇がより顕著に認められる。

波高分布スペクトルの比較 (平成10年8月13日・志賀局)

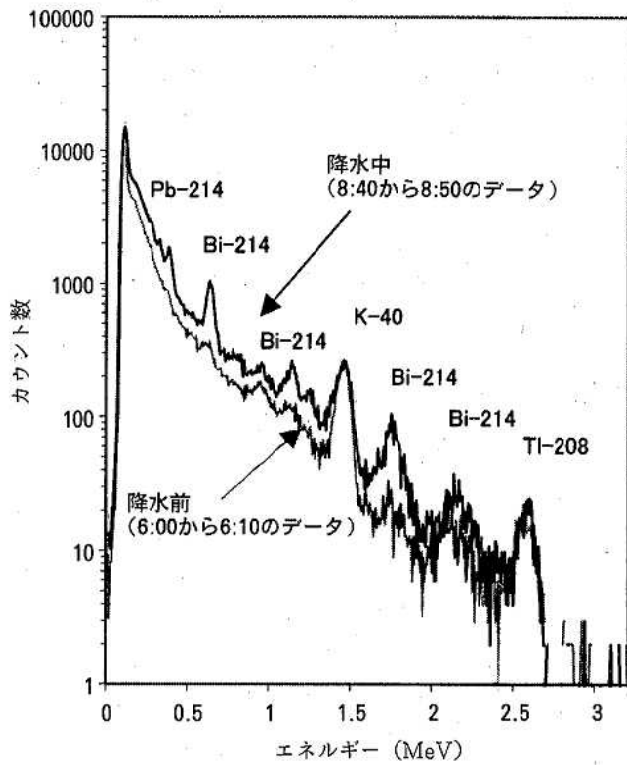


図4 降水前と降水中の波高分布スペクトル

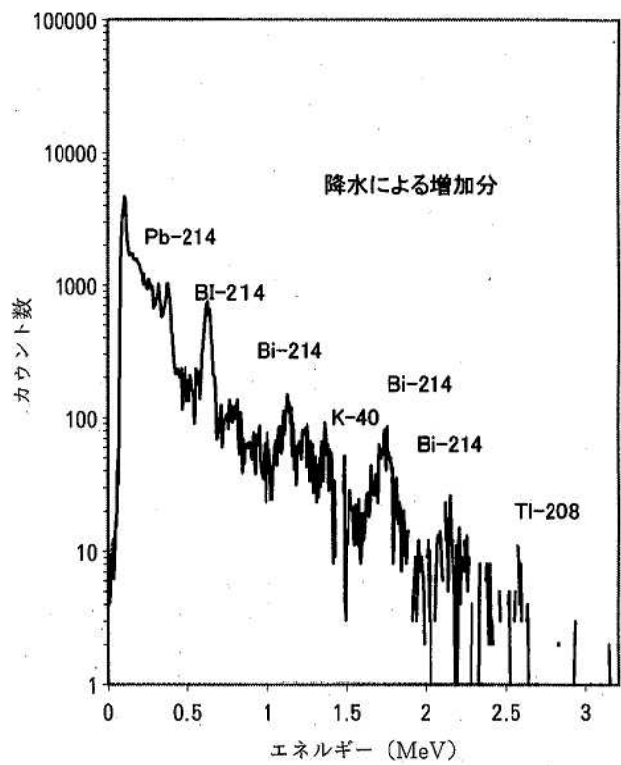


図5 降水による増加分

入射γ線エネルギースペクトルの比較 (平成10年8月13日・志賀局)

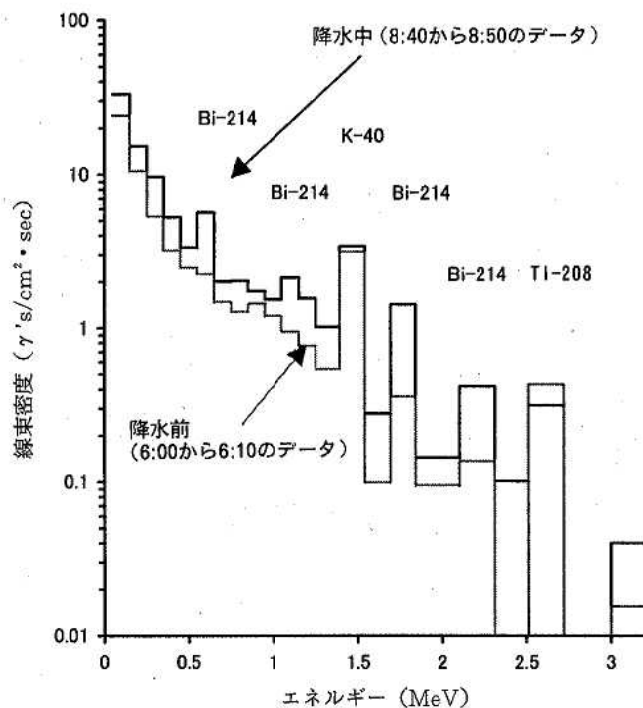


図6 降水前と降水中のエネルギースペクトル

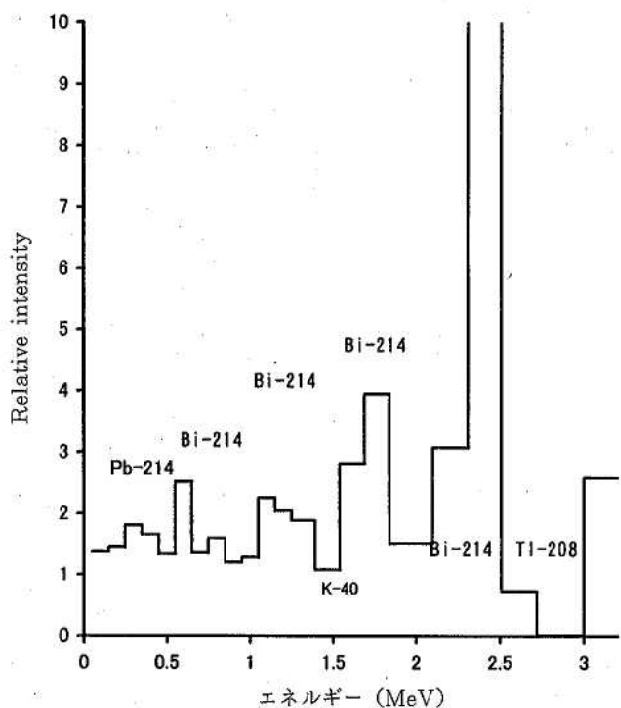


図7 相対比(降水中/降水前)

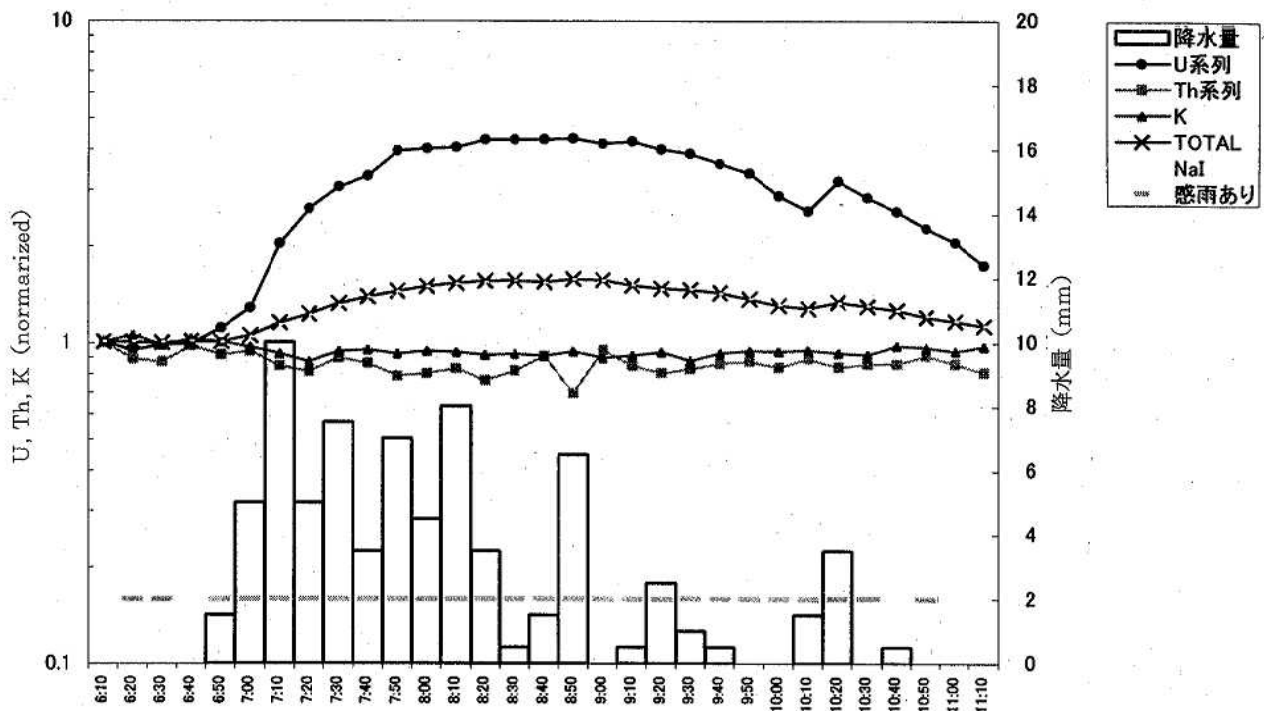


図 8 降水による環境γ線エネルギースペクトルの変動 (平成10年8月13日・志賀局)

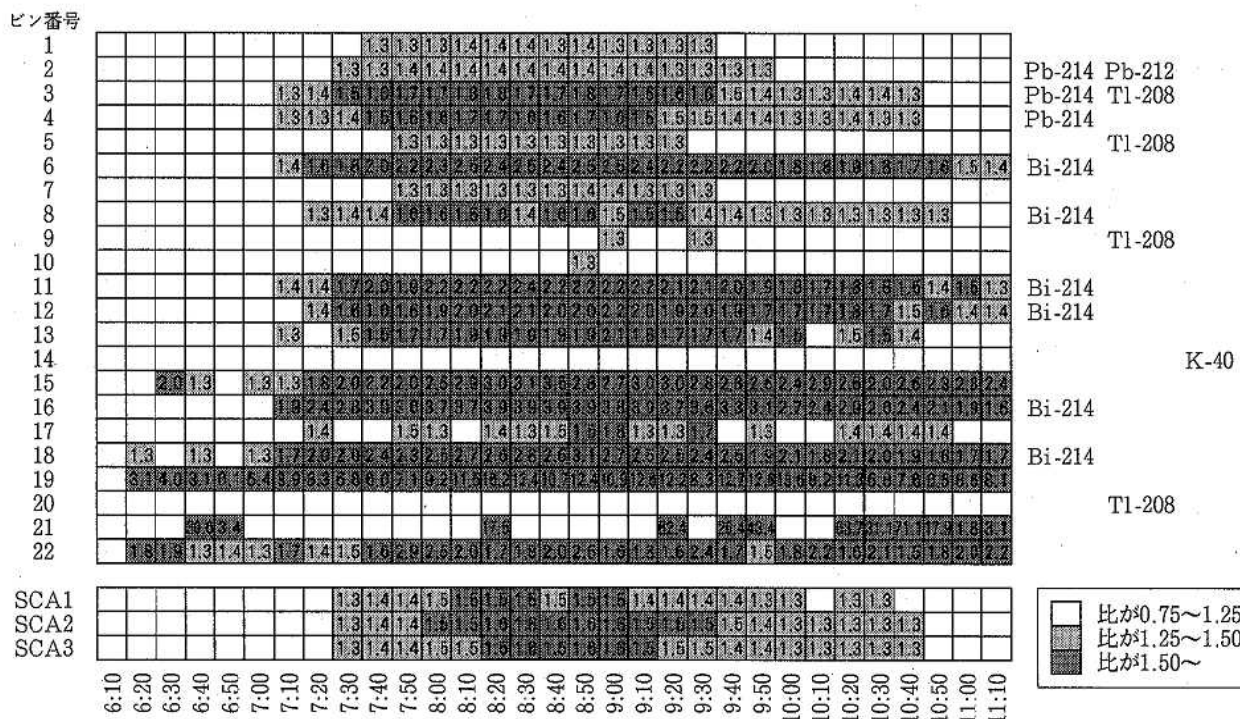


図 9 ビン毎のエネルギースペクトルの変動 (平成10年8月13日・志賀局)

図8にU系列、Th系列、K-40の濃度の相対比の時系列変化及び降水量、感雨の状況を、図9に各ビンの線束密度の相対比の時系列変化を示した。

これらの図から、U系列のBi-214及びPb-214の値は降水とともに上昇するが、K-40及びTh系列のTl-208に

は上昇が認められない。

4・2 積雪による線量率の変動

積雪時には、空間線量率が低下することがあるが、これは大地からのγ線が遮蔽されることによるものである。

表 3 各ビンのエネルギー範囲及び対応核種

ビン番号	エネルギー(MeV)	主な核種とγ線エネルギー(MeV)				備 考	
		ウラン系列		トリウム系列	カリウム-40	人工放射性核種	SCA
1	0.05~0.15						SCA 1 0.05~ 0.5MeV
2	0.15~0.25	Pb-214	0.242	Pb-212	0.239		
3	0.25~0.35	Pb-214	0.295	Tl-208 Pb-212	0.277 0.300		
4	0.35~0.45	Pb-214	0.352				SCA 2 0.5~ 1.0MeV
5	0.45~0.55			Tl-208	0.511		
6	0.55~0.65	Bi-214	0.609				
7	0.65~0.75					Cs-137 0.662	SCA 3 1.0~ 3.0MeV
8	0.75~0.85	Bi-214	0.768				
9	0.85~0.95			Tl-208	0.860		
10	0.95~1.05						
11	1.05~1.15	Bi-214	1.120				
12	1.15~1.25	Bi-214	1.238			Co-60 1.173	
13	1.25~1.39					Co-60 1.332	
14	1.39~1.54				K-40 1.461		
15	1.54~1.69						
16	1.69~1.84	Bi-214	1.764				
17	1.84~2.10						
18	2.10~2.31	Bi-214	2.204				
19	2.31~2.51						
20	2.51~2.72			Tl-208	2.614		
21	2.72~3.00						
22	3.00~3.20						

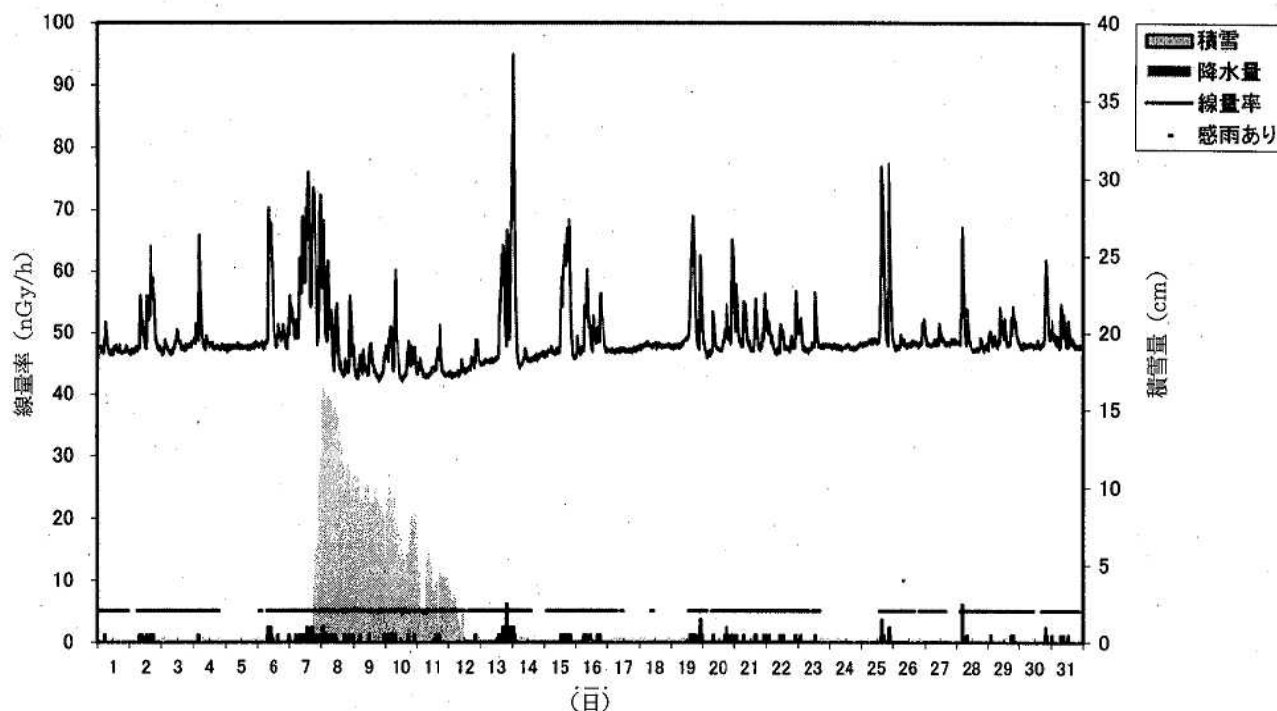


図 10 積雪による線量率の変動(平成11年1月・志賀局)

図10に積雪時の空間線量率の変動例を示した。積雪量の増加とともに線量率が低下し、積雪量の減少に伴って線量率は積雪前のレベルに戻っている。

4・1と同様に積雪により線量率が大きく変動した日を

選び、線束密度スペクトルの変動を調べた。

図11は積雪前と積雪後の波高分布スペクトルを比較したものである。図12は積雪前後の減少分であり、K-40及びTh系列の Tl-208の減少が認められる。

波高分布スペクトルの比較（平成11年1月・志賀局）

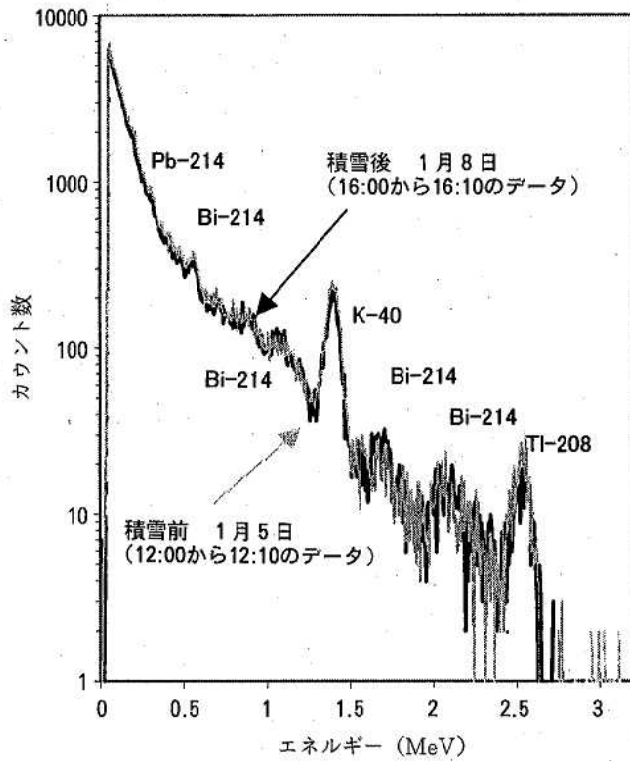


図11 積雪前と積雪後の波高分布スペクトル

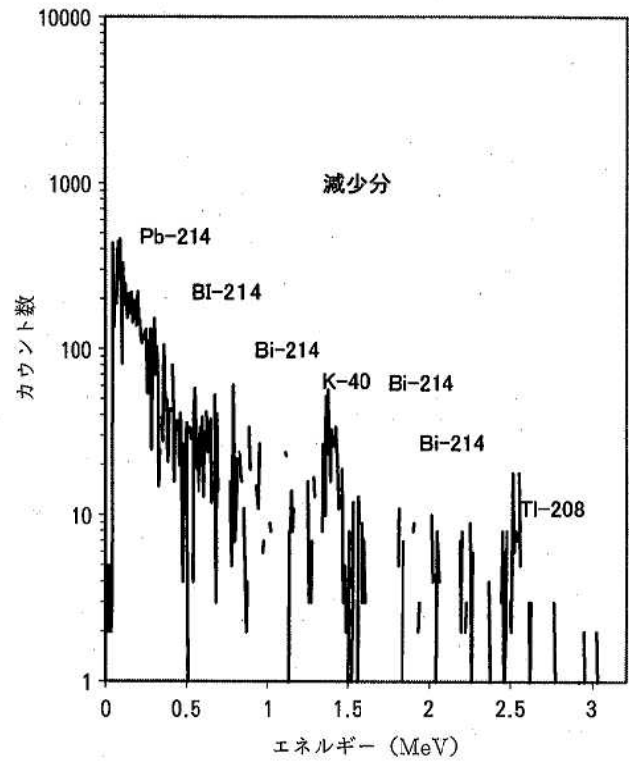


図12 減少分

入射γ線エネルギースペクトルの比較（平成11年1月・志賀局）

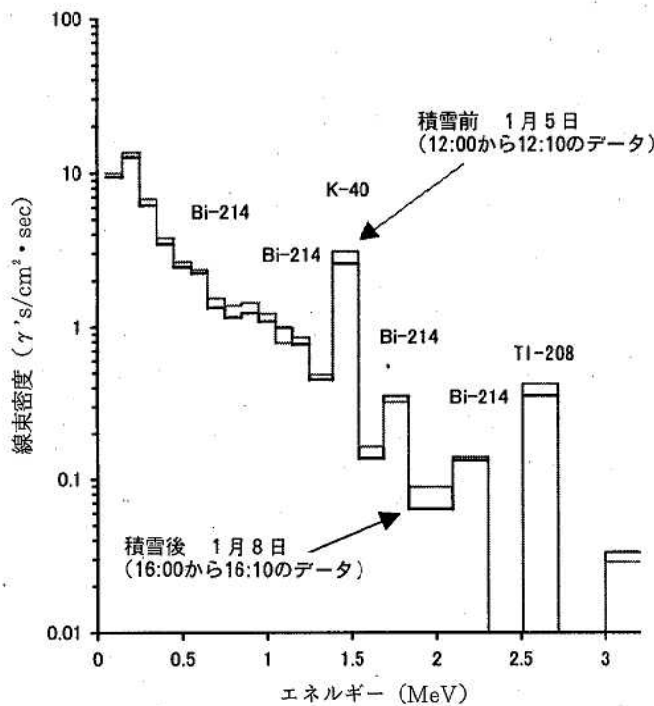


図13 積雪前と積雪後のエネルギースペクトル

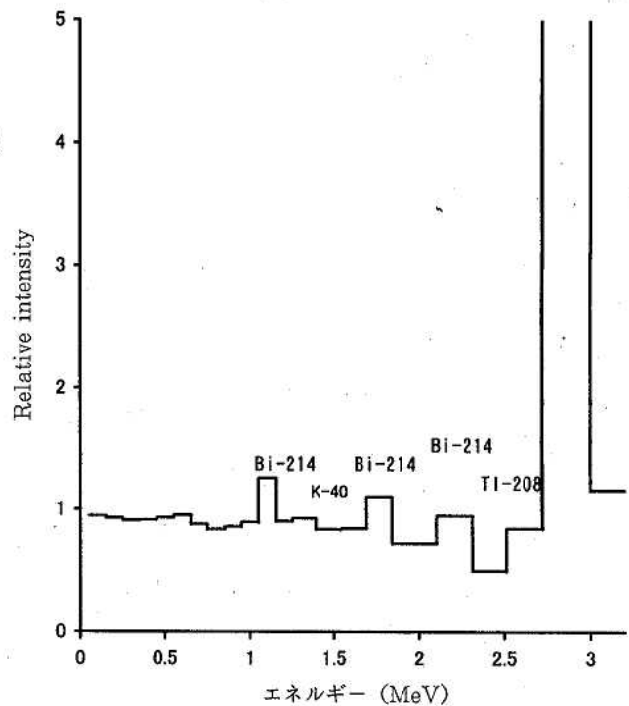


図14 相対比（積雪後/積雪前）

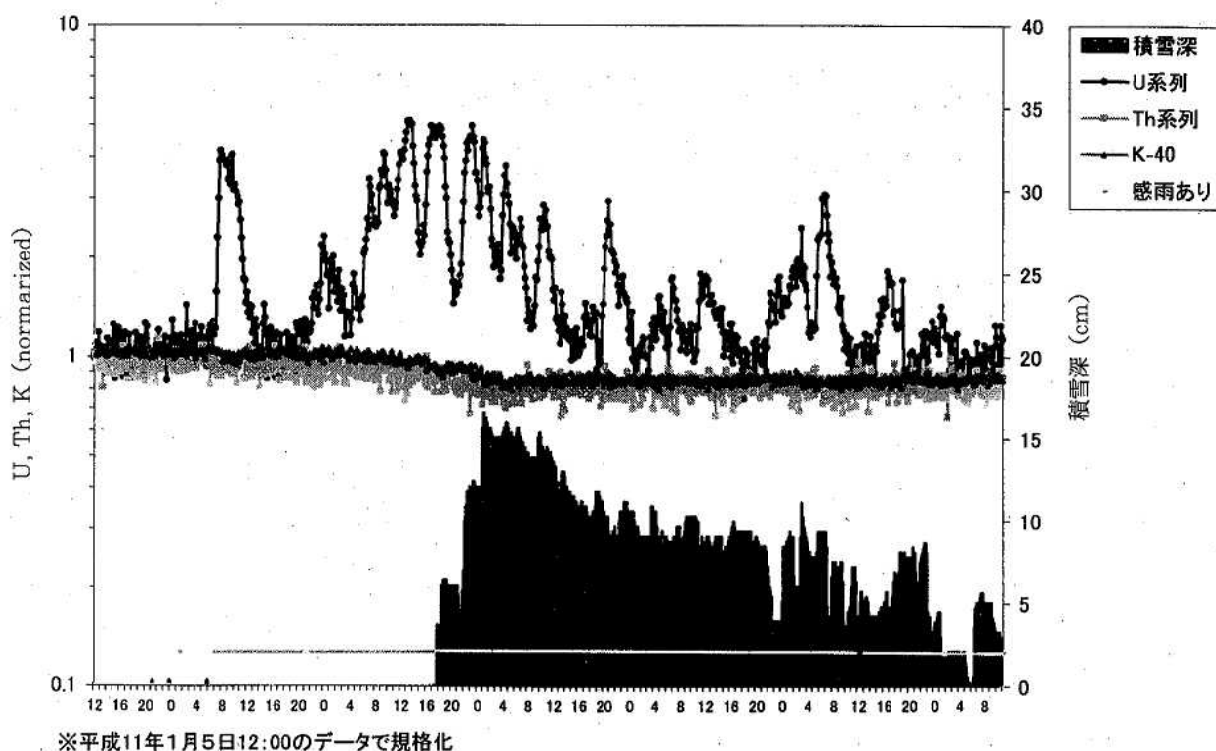


図 15 環境γ線エネルギースペクトルの変動(平成11年1月5日～11日・志賀局)

図13は、レスポンス行列を用いたアンフォールディングにより、波高分布スペクトルを入射γ線のエネルギースペクトルに変換し比較したものである。

図14は、積雪前の各ピンの線束密度を1に基準化して相対比(積雪後/積雪前)で表した積雪後のエネルギースペクトルであり、K-40及びTh系列のTl-208のピンの相対比の下降が認められる。

図15にU系列、Th系列、K-40の濃度の相対比の時系列変化及び積雪、感雨の状況を示した。

これらの図から、U系列のBi-214及びPb-214の値は、降雨時と同様に降雪とともに上昇するが、K-40及びTh系列のTl-208の値は積雪に伴い下降していることがわかる。

5 ま と め

γ線スペクトロメータにより、志賀観測局における降雨及び積雪時のγ線スペクトルの変動に関する基礎的検討を行なった。

その結果、降水時にはU系列のBi-214及びPb-214の上昇が、積雪時にはK-40及びTh系列のTl-208の低下が確認できた。

今後は、他の観測局においてもスペクトルデータを収集し、各測定地点の変動特性及び要因を把握するとともに、連続監視の手法の検討を行なっていきたい。

文 献

- 1) 3) 中谷 光, 橋本桂輔, 酒井道則, 矢鋪満雄: 石川県保健環境センター年報, 30, 208—221 (1993)
- 2) 湊 進: 名古屋工業技術試験所報告, 27, (12), 384 (1978)
- 4) 日本アイソトープ協会, アイソトープ手帳(改訂9版)(1996)
- 5) 山崎興樹, 谷川義夫: 新潟県衛生公害研究所年報, 12, 124—129 (1996)
- 6) 酒井道則, 中谷 光, 橋本桂輔, 矢鋪満雄: 石川県保健環境センター年報, 31, 163—171 (1994)

〔資 料〕

栄養摂取状況と血液中及び尿中の生化学的 指標値との関連性について

石川県保健環境センター情報・教育研修室

石川県保健環境センター食品薬品科学部

石川県保健環境センター化学物質・大気科学部

石川県保健環境センター環境放射線部

宮川 茂樹・翫 幹 夫・茅山 加奈江

砺波 和子・田嶋 隆俊

大西 道代

岡 秀 雄

内田 賢吾・堀 秀 朗

キーワード：栄養摂取量，秤量法，陰膳法，血液検査，24時間尿

1 はじめに

食生活が生活習慣病の発症と密接に関係していることから、栄養状態の評価に関する疫学的アプローチの方法を検討するため、栄養摂取状況調査としての秤量法と陰膳法との比較、栄養摂取状況と血液中及び尿中の生化学的指標値との関連性に関する調査を実施したので、その結果を報告する。

2 調査方法

2・1 調査対象

調査対象は当センター男性職員41人とし、栄養摂取状況と血液、尿の生化学的指標値との関連をできるだけクリアーに把握するために、事前に質問紙法による食品摂取頻度等の調査を行い、その中から本人及び家族に生活習慣病歴（高脂血症，高血圧，糖尿病，心臓病，脳卒中）を有する職員を除いた。さらに肉類摂取頻度から、低いと思われる群（以下「A群」という）と高いと思われる群（以下「B群」という）をそれぞれ5名ずつ（計10名）選定して調査を行った。

2・2 調査項目及び方法

(1) 栄養摂取状況調査

調査日：ウィークデイの1日。

秤量法：平成9年度国民栄養調査における方法によった。

陰膳法：ポリ容器に1日の食事試料を集め、総重量を測定後、乾燥・灰化した。残渣の一部を酸で加熱・溶解し、ナトリウム，カリウム，カルシウム，リン，マグネシウム，亜鉛及び鉄を対象にICP-AES法により測定した。

(2) 身体状況調査

体脂肪率：オムロン体脂肪計HBM-301で測定した。

血 圧：栄養摂取状況調査日を含む3日間について、オムロン自動血圧計HEM-722cで測定した。

歩 行 数：栄養摂取状況調査日を含む3日間について、オムロンヘルスカウンターHJ-001で測定した。

そ の 他：運動状況，身長，体重は自記式質問紙法によった。

(3) 血液及び尿の生化学的検査

血液，尿の測定項目及び測定方法は表1のとおりであり，分析は富山県衛生研究所の協力を得た。

測定機器：パイエル三共社製自動分析装置OPERA。

On Relations between Nutrient Intake and Biochemically measured Values in Blood and Urine. by Shigeki MIYAKAWA, Mikio ITO, Kanae KAYAMA, Kazuko TONAMI, Takatoshi TAJIMA, Mitiyo ONISHI*, Hideo OKA**, Kengo UCHIDA and Syuhroh HORI*** (Information Science, Epidemiology & Education Department, Food & Drug Science Department*, Chemicals & Air Quality Science Department**, Environmental Radiation Department***, Ishikawa Prefectural Institute of Public Health and Environmental Science)

表1 血液、尿の測定項目及び測定方法

	項 目	方 法
血液検査	総たんぱく	Biuret法
	アルブミン	bromocresol法
	総コレステロール	酵素法
	HDLコレステロール	dektran sulfate-Mg 分画酵素法
	中性脂肪	酵素法
	尿素窒素	酵素法
	尿酸	uricase EHSPT法
	クレアチニン	Jaffe法
	血糖	ヘキソキナーゼ法
尿検査	ナトリウム	ISE法
	カリウム	ISE法
	カルシウム	O-CPC法
	無機リン	モリブデンブルー法
	尿素窒素	酵素法
	クレアチニン	Jaffe法

採血：栄養摂取状況調査日の翌日の昼食前に実施した。

尿：栄養摂取状況調査日の午前11時から翌日の同時刻までの24時間蓄尿し、試料とした。

(4) 調査日程

図1のとおり。

(5) 統計解析

2群間における平均値の差の検定には、t検定の両側検定、測定値間の相関は無相関検定を行った。

3 結果と考察

3・1 調査対象の身体的状況等(表2)

調査対象全体の平均年齢は54.2歳、BMI及び体脂肪率はそれぞれ24.0と22.9%であった。

肉の摂取頻度により分けた2群において、A群の平均年齢は56歳、B群の平均年齢は52歳で、A群がやや高かった($p<0.05$)。BMI及び体脂肪率A群の方がやや高い傾向にあったが有意差はみられず、また血圧、歩行数でもA、B群の間で有意な差はみられなかった。

3・2 秤量法と陰膳法との比較

ナトリウム等の無機7成分から両法の比較検討を行った結果、図2のようにナトリウム、カリウム、マグネシウム、亜鉛及び鉄について正の相関がみられたが、カルシウムとリンでは相関がみられなかった。またナトリウム、カリウム及び鉄は全ての対象で秤量法が陰膳法より高い値であり、他の成分も同様の傾向であった。山田ら¹⁾はたんぱく質に着目して秤量法と陰膳法との比較を行い、栄養調査における留意点について報告している。さらに加藤ら²⁾、深澤ら³⁾は秤量法と陰膳法との差異について、調理途中による損失、配膳の残査、記入時の個人差等を指摘している。今回の調査では、これらの指摘要因の他に、カルシウムについては飲料水や料理用の水、またリンは食品添加物として加工食品中に含まれているが、食品の多様化に伴い標準成分表中の含有量と実際に含まれている量と異なっていることも要因のひとつであると考えられる。

3・3 栄養摂取状況と血液中及び尿中の生化学的指標値との関連性

調査対象の秤量法によるエネルギー摂取量の平均は

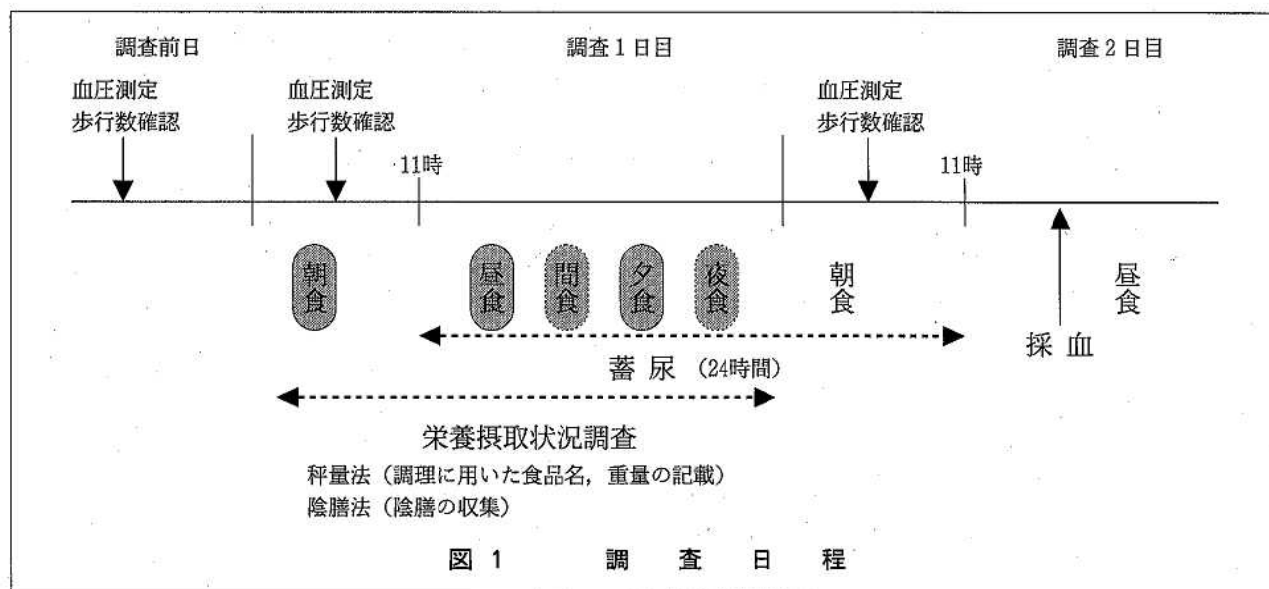


表 2 身 体 状 況 等

グループ	個人ID	年齢(歳)	身長(cm)	体重(kg)	BMI	BMI 判定	体脂肪率(%)	血圧(mmHg)		3日間平均歩行数
								最大血圧	最小血圧	
A	A	55	177	77.5	24.7	過体重	23.9	144	87	7,876
	B	55	168	70.0	24.8	過体重	22.5	128	79	7,312
	C	55	163	61.0	23.0	標準	24.9	130	82	19,983
	D	57	175	73.0	23.8	標準	22.4	130	84	14,199
	E	58	166	73.0	26.5	肥満	29.0	131	82	6,388
	平均値	*56	170	70.9	24.6		24.5	133	83	11,151
	標準偏差	1.26	5.34	5.50	1.18		2.42	5.56	2.78	5,819
B	F	51	174	71.0	23.5	標準	20.2	135	95	9,603
	G	55	169	60.5	21.2	標準	11.3	121	76	9,134
	H	55	158	52.0	20.8	標準	25.4	129	81	6,907
	I	56	163	70.0	26.3	過体重	20.7	142	87	10,308
	J	45	165	68.0	25.0	過体重	28.8	123	74	10,683
	平均値	*52	166	64.3	23.4		21.3	130	83	9,327
	標準偏差	4.08	5.42	7.17	2.13		5.91	7.89	7.40	1,481

* $p < 0.05$

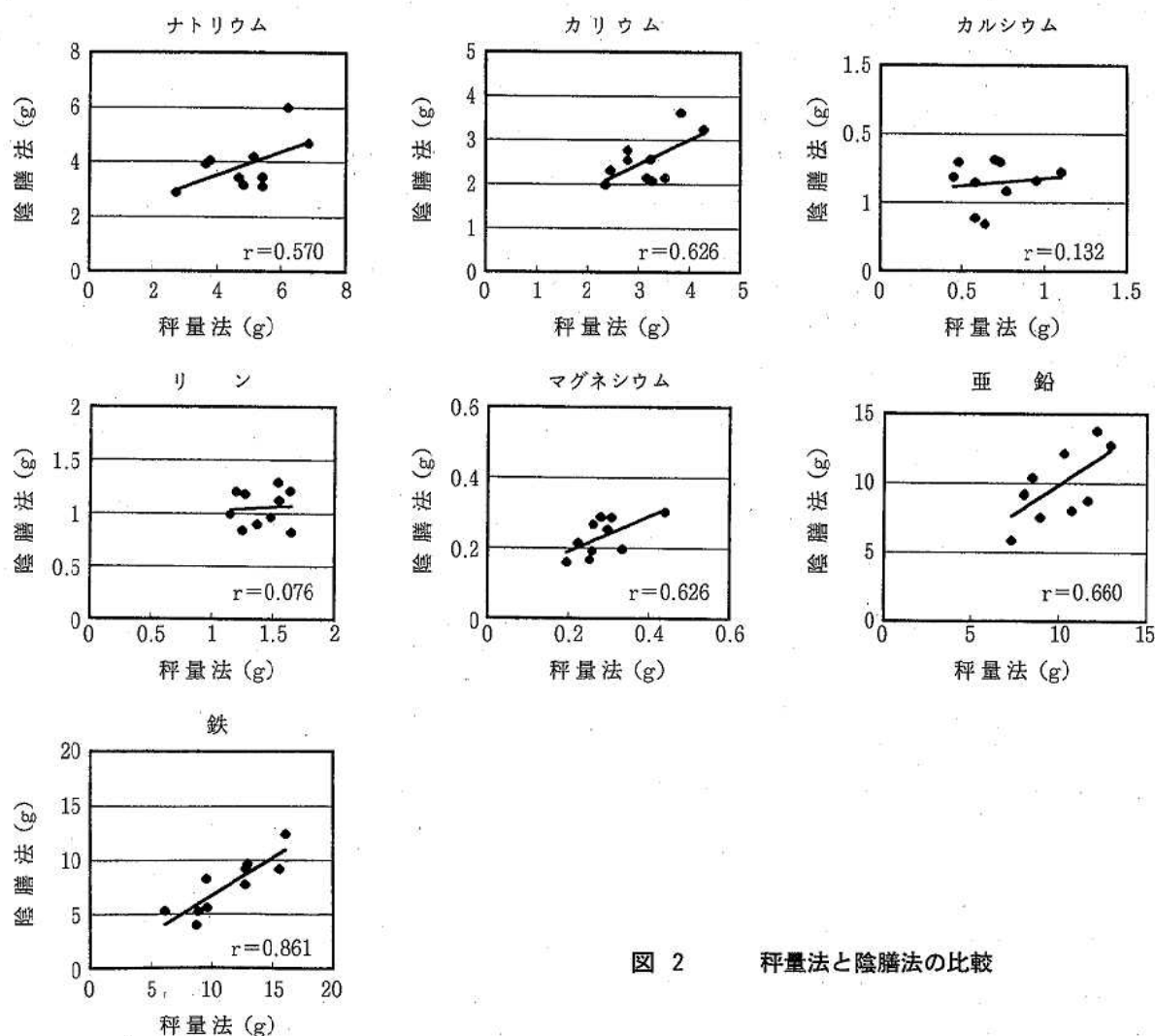


図 2 秤量法と陰膳法の比較

表 3 秤量法による栄養摂取量と血液検査項目との関連性

血液検査項目 栄養素及び 食品群別摂取量	総たんぱく	アルブミン	総コレステ ロール	HDLコレス テロール	中性脂肪	LDL コレス テロール	尿素窒素	尿 酸	クレアチニン	血 糖
エネルギー	-0.27	0.23	-0.10	-0.04	-0.29	0.09	-0.22	0.09	0.45	0.22
動物性たんぱく	0.37	0.59	0.09	0.30	-0.07	0.00	0.32	0.43	-0.31	0.10
植物性たんぱく	-0.57	-0.25	-0.38	-0.36	-0.02	-0.20	-0.25	-0.08	0.20	0.17
動物油脂	-0.22	0.30	-0.10	0.22	-0.61	0.17	-0.11	-0.14	0.08	-0.24
植物油脂	-0.18	0.07	0.09	-0.51	0.08	0.24	-0.30	-0.03	0.50	-0.03
糖 類	-0.23	0.16	-0.14	0.01	-0.34	0.06	-0.16	0.10	0.55	0.26
繊 維	-0.19	0.13	-0.29	-0.13	-0.59	0.12	0.01	-0.25	0.06	-0.34
灰 分	-0.20	0.50	-0.37	0.21	-0.51	-0.15	0.10	0.20	0.01	0.29
カルシウム	-0.30	0.13	0.18	-0.12	-0.26	0.38	0.12	-0.05	0.45	0.41
リ ン	-0.02	0.54	0.06	0.13	-0.27	0.16	0.33	0.44	0.07	0.32
鉄	-0.49	0.07	-0.44	-0.29	-0.27	-0.15	0.02	-0.08	-0.05	-0.02
ナトリウム	-0.20	0.46	-0.55	0.26	-0.50	-0.34	-0.01	0.17	-0.07	0.22
カリウム	-0.15	0.48	-0.21	0.23	-0.60	0.05	0.15	0.15	0.10	0.26
食物繊維	-0.46	0.18	-0.36	-0.08	-0.45	-0.05	-0.01	-0.17	0.17	0.15
マグネシウム	-0.11	0.51	-0.24	-0.06	-0.46	0.06	0.05	0.06	0.25	0.04
亜 鉛	-0.14	0.23	-0.25	0.22	-0.53	-0.02	-0.14	0.13	-0.15	-0.10
穀 類	-0.43	-0.39	-0.41	0.05	0.12	-0.49	-0.55	-0.07	0.14	0.20
種 実 類	0.46	0.42	0.29	0.04	0.15	0.17	0.25	0.48	-0.16	0.16
い も 類	0.14	0.49	0.31	0.59	-0.49	0.35	-0.16	-0.10	0.28	0.02
砂 糖 類	-0.09	0.24	0.18	-0.09	-0.24	0.35	-0.01	0.05	0.68	0.49
油 脂 類	-0.05	0.33	0.01	-0.14	-0.16	0.16	-0.32	0.07	0.57	0.03
豆 類	-0.25	0.05	-0.19	-0.61	-0.03	0.09	0.37	-0.06	0.08	-0.11
果 実 類	-0.09	0.25	0.13	-0.35	-0.11	0.33	-0.24	0.04	0.49	0.00
緑黄色野菜	-0.14	0.07	-0.19	-0.01	-0.24	-0.4	-0.49	-0.19	-0.26	-0.75
その他の野菜	0.03	-0.20	-0.29	0.05	-0.64	0.07	0.21	-0.40	-0.10	-0.16
海 草 類	-0.33	-0.08	0.10	-0.35	0.42	-0.01	0.57	0.34	-0.07	0.57
調味嗜好品	-0.21	-0.07	-0.66	0.78	-0.55	-0.64	-0.24	0.07	-0.42	0.23
魚 介 類	0.24	0.03	-0.07	0.27	0.09	-0.23	0.39	0.07	-0.27	0.35
肉 類	-0.25	0.07	-0.21	0.08	-0.44	0.02	-0.42	-0.24	-0.18	-0.56
卵 類	-0.03	0.20	-0.27	-0.32	0.11	-0.19	0.50	0.28	-0.03	-0.21
乳 類	-0.13	-0.01	0.31	0.25	0.01	0.19	0.25	0.21	0.31	0.71

相関がみられた項目 $p < 0.05$

表 4 無機質成分摂取量と尿中排泄量との関係

尿中の無機質 成分量	ナトリウム	カリウム	カルシウム	リ ン
無機質成分摂取量				
秤量法				
ナトリウム	0.09	-0.16	-0.09	-0.37
カリウム	-0.37	-0.26	0.08	-0.16
カルシウム	-0.47	-0.09	0.41	0.08
マグネシウム	-0.13	-0.33	-0.19	-0.55
リ ン	-0.59	-0.34	0.10	0.07
鉄	-0.04	0.14	-0.23	-0.24
亜 鉛	-0.28	-0.18	-0.20	-0.13
陰膳法				
ナトリウム	0.35	0.36	0.24	0.14
カリウム	0.06	0.28	-0.05	-0.01
カルシウム	0.16	0.56	0.27	0.22
マグネシウム	-0.34	-0.15	-0.06	-0.16
リ ン	-0.17	0.23	0.02	0.29
鉄	-0.09	0.12	-0.21	-0.29
亜 鉛	-0.59	0.02	0.17	0.27

2,169kcal であり、各栄養素の充足率はビタミン C、D を除き 80~170% の範囲であった。

秤量法による食品群別摂取量と血液検査結果との関係では、表 3 のように緑黄色野菜及び乳類と血糖値との間（それぞれ $r = -0.75, 0.71$ ）で、また、砂糖類とクレアチニン（ $r = 0.68$ ）、調味嗜好品と総コレステロール、HDL コレステロール及び LDL コレステロールとの間（それぞれ $r = -0.66, r = -0.78, -0.64$ ）で相関（ $p < 0.05$ ）がみられた。

栄養摂取量と無機成分の尿中排泄量との間ではいずれの項目の間にも相関はみられなかった（表 4）。尿中排泄率（尿中排泄量/秤量法による栄養摂取量 $\times 100$ ）は、ナトリウム、カリウムがほぼ 100% であったのに対し、カルシウムは 28%、リンが 68% と少なく、いずれの項目においても個人差が大きかった。

表 5 栄 養 素 別 摂 取 量 (秤量法)

グループ		エネルギー (kcal)	水 分 (g)	たんぱく質 (g)	動物性たんぱく (g)	植物性たんぱく (g)	脂 質 (g)	動物油脂 (g)
A	平 均 値 標 準 偏 差	2,317.2 626.03	1,006.9 118.80	91.6 9.46	44.6 5.73	47.1 8.16	63.8 17.08	32.0 17.08
B	平 均 値 標 準 偏 差	2,021.0 220.00	1,016.0 236.87	95.6 16.10	64.1 18.98	31.5 6.59	53.2 11.02	37.8 11.02
グループ		植物油脂 (g)	糖 質 (g)	纖 維 (g)	灰 分 (g)	食物繊維 (g)		
A	平 均 値 標 準 偏 差	31.8 15.77	323.4 91.06	5.0 1.44	23.3 4.75	18.2 5.61		
B	平 均 値 標 準 偏 差	15.4 3.50	263.3 46.67	4.1 1.14	23.0 4.73	14.6 5.08		
グループ		ナトリウム (g)	カリウム (g)	鉄 (mg)	カルシウム (g)	リ ン (g)	マグネシウム (g)	亜 鉛 (mg)
A	平 均 値 標 準 偏 差	5.04 1.03	3.10 0.64	12.8 2.79	0.70 0.24	1.36 0.20	0.30 0.07	9.7 1.79
B	平 均 値 標 準 偏 差	4.72 1.26	3.22 0.50	9.9 2.56	0.69 0.14	1.46 0.13	0.27 0.05	10.0 1.94

表 6 動物性たんぱく、動物性脂質摂取割合 (秤量法)

グループ		動物性たんぱく 質割合** (%)	動物性脂質 割合 (%)
A	平 均 値 標 準 偏 差	48.8 6.03	50.2 14.25
B	平 均 値 標 準 偏 差	66.0 8.52	70.3 6.14

**p<0.01

表 7 血 液 検 査 結 果

グループ		総たんぱく (g/dl)	アルブミン (g/dl)	総コレステロール (mg/dl)	HDLコレステロール (mg/dl)*	LDLコレステロール (mg/dl)	中性脂肪 (mg/dl)	尿素窒素 (mg/dl)
A	平 均 値 標 準 偏 差	7.3 0.19	4.8 0.23	195 8.35	41 4.12	121.6 16.49	164 48.57	15.1 2.53
B	平 均 値 標 準 偏 差	7.4 0.29	5 0.18	205 20.09	50 6.24	127.3 16.63	140 46.12	15.2 1.46
グループ		尿 酸 (mg/dl)	クレアチニン (mg/dl)	血 糖 (mg/dl)				
A	平 均 値 標 準 偏 差	5.5 0.95	1.4 0.12	96 9.20				
B	平 均 値 標 準 偏 差	5.3 1.01	1.3 0.10	96 15.90				

*p<0.05

3・4 肉類の摂取頻度別に調査対象を2群に分けての比較

表5のとおり、栄養素別摂取量のうち、エネルギー、

植物性たんぱく質、脂質、植物油脂、糖質及び食物繊維についてはややA群が高く、動物性たんぱく質についてはややB群が高い傾向がみられるものの、有意な差

はみられなかった。また、無機質成分についても両群の間に有意な差はみられなかった。

たんぱく質中の動物性たんぱく質摂取割合はB群の方が高かったが($p<0.01$)、油脂中の動物性油脂摂取割合はB群の方が高い傾向にあるものの有意な差はみられなかった。

平均栄養所要量等に対する充足率は、エネルギー、鉄、マグネシウムについてA群の方がやや高く、カリウムについてB群の方がやや高い傾向がみられたものの、いずれも両群に有意な差はみられなかった。

血液検査項目のうち、HDL コレステロールについてB群の方が有意に高かった($p<0.05$)。中性脂肪については、A群の方がやや高い傾向がみられたものの、両群に有意な差はみられなかった。

ナトリウムと尿素窒素の尿中排泄量についてはA群の方がやや高く、カルシウムとリンについてはB群の方がやや高い傾向にあったものの、いずれの検査項目についても両群に有意な差はみられなかった。

4 ま と め

栄養摂取状況調査や血液及び尿の生化学的測定を行い、栄養状態の評価に関する疫学的アプローチの方法について検討した。

(1) 秤量法と陰膳法と比較を行った結果、ナトリウム、カリウム、マグネシウム、亜鉛及び鉄について正の相関がみられたが、カルシウムとリンでは相関がみられなかった。またナトリウム、カリウム及び鉄は全ての対象で秤量法が陰膳法より高い値であり、他の成分も同様の傾向であった。

(2) 栄養摂取状況と血液中及び尿中の生化学的指標値との関連性は、緑黄色野菜及び乳類と血糖値との間で、

また、砂糖類とクレアチニン、調味嗜好品と総コレステロール、HDL コレステロール及びLDL コレステロールとの間で相関がみられた。栄養摂取量と無機成分の尿中排泄量との間ではいずれの項目の間にも相関はみられなかった。尿中排泄率は、ナトリウム、カリウムがほぼ100%であったのに対し、カルシウムは28%、リンが68%と少なく、いずれの項目においても個人差が大きかった。

(3) 肉類の摂取頻度別に調査対象を2群に分けての比較では、たんぱく質中の動物性たんぱく質摂取割合及びHDL コレステロールについて有意な差がみられたが、その他の項目ではみられなかった。

(4) 栄養状態の評価に関する指標として、今回は肉類の摂取頻度に着目して調査を行ったが、明確な結果は得られなかった。今後は調査対象を増やして検討を行ってゆく必要があると考える。

本研究は、平成10年度厚生科学研究費補助金(健康科学総合事業)地方衛生研究所の機能強化に関する総合研究の一部として実施されたものである。血液及び尿中の生化学的測定にご尽力いただき、さらにデータの解析等について有益なご助言をいただいた富山県衛生研究所環境保健部の西野治身氏、田中朋子氏に感謝いたします。

文 献

- 1) 山田肇, 竹野祐治, 田嶋隆俊: 石川県保健環境センター年報, 30, 258—264 (1993)
- 2) 加藤雅巳, 田村征男: 名古屋市衛生研究所年報, 37, 120—123 (1991)
- 3) 深澤善延, 小林 浩, 望月恵美子, 山本敬男: 山梨県衛公研年報, 39, 21—27 (1995)

〔資 料〕

石川県における今冬のインフルエンザ

(1998/1999年シーズン)

石川県保健環境センター感染症部 大矢 英紀・尾 西 一

キーワード：インフルエンザウイルス，集団かぜ

1 はじめに

平成10年度のインフルエンザは4月と5月の集団かぜにみられた小流行と，11月から翌年3月までの冬季に発生した本格的流行に分けられた。

当センターでは，これらの時期の集団かぜ及び散発のかぜ患者を対象にウイルス検査を実施し，分離ウイルスの性状等について検討したので，その概要を報告する。

2 集団かぜ発生状況とウイルス分離検査結果

平成10年4月27日に珠洲市立粟津小学校で，また5月23日に穴水町立向洋中学校で発生した集団かぜ患者は両施設合計131人で，それぞれ2施設計10人についてウイルス分離検査を実施した。その結果，粟津小の3人，向洋中の2人からはB型インフルエンザウイルスが分離された（表1，2）。両施設からの分離株の抗原性状は感染研分与の抗血清（B/三重/1/93）に対し1：10～1：20の低い反応性（ホモは1：160）を示すものであり，また従来の数種類のB型株に対するフェレット感染抗血清との反応性もいづれも低いものであった（国立感染症研究所のデータ）（表3）。

一方，冬季の集団かぜの流行は，平成10年11月21日の鹿島町立越路小学校から始まり，3月16日の金沢市立芝原中学校の発生まで続き，この間の集団かぜ発生施設数は91であり，患者数は8,261人に上った（表1）。

表 1 集団かぜ施設別患者数

期 間	施設	発生数	患者数	在籍者数	罹患率(%)
H10. 4.27～ 5.23	小	1	37	90	41.1
	中	1	94	169	55.6
	計	2	131	259	50.6
H10.11.21～ H11. 3.16	小	64	4,835	21,992	22.0
	中	27	3,426	13,011	26.3
	計	91	8,261	35,003	23.6

表 2 ウイルス分離検査結果（集団かぜ）

検体採取月日	施 設	検体数	陽性数	型	分 離 率
H10. 4.27 5.23	粟 津 小	5	3	B	5/10(50.0%)
	向 洋 中	5	2	B	
H10.11.24	越 路 小	5	2	A(H1)	29/54(53.7%)
H11. 1.11	西 南 部 中	4	4	A(H3)	
	押水第一小	5	0	—	
1.18	西 保 小	6	6	A(H3)	
1.19	小 木 中	5	1	A(H3)	
1.26	犀 生 中	5	2	A(H3)	
1.28	高 松 小	5	1	A(H3)	
1.28	味噌蔵小	4	1	A(H3)	
2. 1	広 陽 小	5	5	B	
2. 1	月 津 小	5	3	B	
2.19	錦 城 小	5	4	B	
計13施設		64	34	A(H1):2, A(H3):15, B:17	

これらのうち11校の54人についてウイルス分離検査を実施し，その検査成績を表に示した（表2）。

まず今冬初めて発生した施設（越路小）では2人から

A Prevalence of Influenza in Ishikawa Prefecture in 1998—1999 Influenza Season. by Hideki OHYA and Hajime ONISHI (Microbiology Department, Ishikawa Prefectural Institute of Public Health and Environmental Science)

表 3 分離ウイルスの抗原性(感染研データ)

ウイルス抗原	HI 価						
	B/愛知/5/88 (40)*	B/山形/16/88 (1,280)	B/Panama/45/90 (160)	B/三重/1/93 (160)	B/北京/184/93 (320)	B/広東/05/94 (40)	B/北京/243/97 (160)
B/石川/4/98	<10	<10	10	10	20	<10	<10
B/石川/5/98	<10	40	20	20	40	<10	10

* () はホモ価

Aソ連(H1)型インフルエンザウイルスが、また1月に発生した7施設中6施設(西南部中, 西保小, 小木中, 犀生中, 高松小, 味噌蔵小)の15人からはA香港(H3)型インフルエンザウイルスがそれぞれ分離された。さらに2月に入ってから3施設(広陽小, 月津小, 錦城中)の12人からはB型インフルエンザウイルスが分離された。

これら分離ウイルス株のHA抗原性状は1月の集団かぜからそれぞれ分離されたA(H3)型がワクチン株のA/Sydney/05/97と1~2管程度の差しか認めないものであったのに対し、今冬最初の集団かぜより分離されたA(H1)型はワクチン株のA/Beijing/262/95に対し1:20~1:40の低い反応性を示す(ホモは1:320)ものであった。一方、2月の集団かぜより分離されたB型インフルエンザウイルスはワクチン株のB/Harbin/07/94とは2管程度の差を認めるものであった(表4)。

3 定点かぜ患者の検査結果

定点病院小児科などで採取された散発のかぜ患者からのウイルス分離検査は、年間を通じ毎月20~30人を対象とし、計260人の患者について実施した。その結果、平成10年12月から翌年3月にかけてA(H3)型インフルエンザウイルスが24人から、また平成11年2月から3月にかけてB型インフルエンザウイルスが3人からそれぞれ分離された。分離ウイルス株のHA抗原性状はA(H3)型はいずれもワクチン株のA/Sydney/05/97と1~2管程度の差を認めるものであり、B型においてもワク

表 4 1998—1999シーズンに分離されたインフルエンザウイルスの抗原分析

ウイルス抗原	HI 価			
	A/Beijing/262/95 (320)*	A/Sydney/05/97 (160)	B/Harbin/07/94 (160)	B/Beijing/243/97 (160)
A/石川/42/98(H1)	20			
A/石川/43/98(H1)	40			
A/石川/10/99(H3)		160		
A/石川/17/99(H3)		640		
A/石川/20/99(H3)		320		
A/石川/23/99(H3)		320		
A/石川/25/99(H3)		160		
A/石川/31/99(H3)		320		
B/石川/1/99			40	<10
B/石川/6/99			40	10
B/石川/9/99			40	<10

* () はホモ価

チン株のB/Harbin/07/94と2管程度の差を認めるものであった。

4 ま と め

平成10年度に集団かぜ患者から分離されたインフルエンザウイルスは4月と5月の流行ではB型であった。この株は従来のB型株の抗血清とは反応性が低く特徴的なものであった。また11月から翌年3月までの流行では11月にはAソ連(H1)型が、1月にはA香港(H3)型が、2月にはB型がそれぞれ分離された。1月に分離されたA(H3)型の株の性状はすべてワクチン株のA/Sydney/05/97に、また2月に分離されたB型の株はすべてワクチン株のB/Harbin/07/94に近縁であったが、11月に分離されたA(H1)型の株はワクチン株のA/Beijing/262/95とは反応性が低く特徴的なものであった。

一方、定点の散発かぜ患者からは12月から翌年3月にかけてはA/Sydney/05/97に近縁のA(H3)型が、また2月から3月にかけてはB/Harbin/07/94に近縁のB型インフルエンザウイルスがそれぞれ分離された。

〔資 料〕

石川県におけるエコーウイルス30型による 無菌性髄膜炎の流行 (1998年)

石川県保健環境センター感染症部 尾 西 一・大 矢 英 紀

キーワード：エコーウイルス，無菌性髄膜炎

1 はじめに

平成10年5月から8月にかけて感染症発生動向調査（石川県厚生部健康推進課事業）の患者情報や各種報道で石川県内における無菌性髄膜炎の多発が報じられた。当センターにも感染症発生動向調査の検査定点病院から原因ウイルスを検査するために、患者の脳脊髄液が持ち込まれた。それらの検査結果などについて報告する。

2 対象と検査法

2・1 ウイルス分離検査

平成10年5月から12月の間に、感染症発生動向調査の定点病院より持ち込まれた無菌性髄膜炎患者37人の脳脊髄液37検体を対象としてウイルス分離検査を実施した。

患者は0～14歳ですべて小児科の患者であった。

ウイルス分離にはRD-18s細胞，VERO細胞，MDCK細胞を用いて，脳脊髄液を接種後34℃で1～2週間培養を行った。さらに細胞変性効果がみられたものは抗血清での中和試験により同定した。

2・2 中和抗体保有率検査

平成9年8月に採血された健常ヒト血清，1～6歳40検体，20歳代56検体を対象に平成10年の無菌性髄膜炎患者から分離したエコーウイルス30型株を抗原として中和抗体価を測定した。その結果，中和抗体価1：4以上の者を抗体保有者とし，それらが全対象者に占める割合を抗体保有率とした。

3 結 果

3・1 分離ウイルス

37検体の脳脊髄液のうちウイルスが分離されたのは24

検体（65%）であった。これらのウイルスはRD-18s細胞で初代または2代で分離されたが，他の2種の細胞ではどのようなウイルスも分離されなかった。更に中和試験の結果，分離ウイルス24株の全てがエコーウイルス30型と同定された。

なお患者の月別検査結果は表1に，年齢階層別検査結果は表2に示した。

3・2 患者の臨床症状及び抗体保有状況

エコーウイルス30型が分離された患者について症状を

表1 月別ウイルス検査結果

検体採取月	検 体 数	陽 性（陽性率）
5	2	2（100%）
6	7	7（100%）
7	20	11（55%）
8	4	3（75%）
9	1	1（100%）
10	1	0
11	1	0
12	1	0
計	37	24（65%）

表2 年齢階層別ウイルス検査結果

年 齢 階 層	検 体 数	陽 性（陽性率）
0 — 4	15	9（60%）
5 — 9	20	13（65%）
10 — 14	2	2（100%）
計	37	24（65%）

A Epidemic of Aseptic meningitis due to Echo virus 30 in Ishikawa Prefecture, 1998 by Hajime ONISHI and Hideki OHYA (Infectious Diseases Department, Ishikawa Prefectural Institute of Public Health and Environmental Science)

表3 分離陽性者の臨床症状

症 状	頻 度
嘔 吐 + 頭 痛	67 %
上 気 道 炎 + 胃 腸 炎	8 %
胃 腸 炎	8 %
リ ン パ 節 腫 張	8 %
嘔 吐	8 %
発 熱 (37°C 以上)	100 %
38°C 代	58 %
39°C 代	25 %
体 温 の 平 均	38.4 °C

調査したところ、表3に示したとおり37°C以上の発熱が100%、ほかに嘔吐と頭痛をともなった例が多かった。

また今回のエコーウイルス30型の流行前の、このウイルスに対する抗体保有率を調べるため、分離株ウイルスを抗原としてヒトの血清中和抗体価を測定したが、その結果抗体保有率は1～6歳では27.5%、20歳代では51.8%であった(表4)。

表4 流行前年の抗体保有状況

年 齢 階 層	調査対象数	抗体保有率*
1 ～ 6 歳	40	27.5 %
20 歳 代	56	51.8 %

*分離株を抗原とした血清中和抗体

4 考 察

エコーウイルス30型が国内で初めて分離されたのは昭和53年石川県と愛知県とである。石川県ではその後、このウイルスは全く分離されなかったが、平成3年にはこれによる無菌性髄膜炎の大流行を経験している。今回の流行はその時に比べ感染症発生動向調査の患者情報からみても小規模であった(患者数平成3年124人、平成10年37人)が、その理由として平成3年の流行により住民の抗体保有率が前述のとおり比較的高く維持されていたためと考えられた。今後はウイルスの変異などウイルス学的検討と共にこのウイルスの動向を監視してゆく必要がある。

〔資 料〕

健康食品に関する共同研究（その4）

—— カルシウム含有食品，食物繊維加工食品 ——

石川県保健環境センター食品薬品科学部 大西 道代・澤田 道和・中村 能則
石川県保健環境センター感染症部 芹川 俊彦・米澤 由美子

キーワード：健康食品，カルシウム含有食品，食物繊維加工食品

1 はじめに

いわゆる健康食品については，人々の健康志向の高まりに伴い，多種多様のものが販売されてきている。平成8年度から実施している健康食品に関する調査において，ビタミンC含有食品，クロレラ食品，健康茶，ミネラルウォーター等については既に報告している^{1)~3)}。

今回は，栄養所要量を下回っているといわれているカルシウムと，保健栄養的な評価が高まっていて努力して摂取しなければ不足がちになるといわれている食物繊維を含む製品を対象に栄養成分や有害成分等の実態調査を行った。

2 調査方法

2・1 調査対象食品

対象としたカルシウム含有食品及び食物繊維加工食品は，平成10年12月～11年2月に金沢市内で購入した。

2・2 食品の種類及び試験項目

調査対象食品は10検体であり，試験項目は次のとおりである。

(1) カルシウム含有食品 7検体：カルシウム，金属類，細菌検査

(2) 食物繊維加工食品 3検体：食物繊維，金属類細菌検査

金属類はヒ素，鉛，カドミウムの3項目であり，細菌検査は一般細菌数と大腸菌群の2項目である。

2・3 試験方法

- (1) カルシウム，金属類：ICP発光分光分析法又は電気加熱原子吸光光度法
- (2) 食物繊維：プロスキー法
- (3) 一般細菌数，大腸菌群：食品衛生検査指針

3 結果及び考察

3・1 カルシウム含有食品

調査した7検体の試験結果は表1のとおりである。なお，食品中の含有量について，表示されている値を表示値として，試験結果を検出値として表すこととする。

カルシウム検出値は82.7～235mg/gであり，表示値の111～127（平均116）％と表示値をすべて超えていた。栄養表示基準⁴⁾によればカルシウムの場合，表示された数値の誤差は-20～+50％の範囲内にあることとされている。今回の結果は全てこの範囲内にあった。

（財）日本健康・栄養食品協会（以下「協会」という。）は健康食品に対する規格基準を整備し，この基準に適合するものに認定マークを添付している。協会のカルシウム含有食品の規格成分含有量は50～400mg/gであるので，全てこの規格は満たしていた。なお，協会認定品は7検体中2検体であった。

有害金属として，ヒ素，鉛，カドミウムを調査したが，いずれも検出限界未満であった。なお，協会の規格では，ヒ素2ppm以下，重金属鉛として20ppm以下となっている。

細菌検査では，一般細菌数が10以下～ 5.7×10^3 個/g

Cooperative Survey of Health Foods. 4. Calcium Foods and Processed Foods of Dietary Fiber. by Michiyo OHNISHI, Michikazu SAWADA, Yoshinori NAKAMURA, Toshihiko SERIKAWA * and Yumiko YONEZAWA * (Food and Drug Science Department and Infectious Diseases Department *, Ishikawa Prefectural Institute of Public Health and Environmental Science)

表 1 カルシウム含有食品調査結果

No	カルシウム 表示値 (mg/g)	カルシウム 検出値 (mg/g)	カルシウム 検出値/表示値 (%)	ヒ素, 鉛, カドミウム	一般細菌数 (個/g)	大腸菌群	備考
1	200	235	117	ND	1.0×10^2	陰 性	○
2	67.3	82.7	123	ND	2.0×10	陰 性	
3	200	221	110	ND	5.7×10^3	陰 性	
4	121.2	135	111	ND	10以下	陰 性	
5	75	95.3	127	ND	2.7×10^3	陰 性	
6	150	170	113	ND	5.0×10	陰 性	
7	150	168	112	ND	10以下	陰 性	○

注) ○: 財団法人健康・栄養食品協会認定食品

ND: ヒ素 0.2 μ g/g未満鉛 2 μ g/g未満カドミウム 0.1 μ g/g未満

で、大腸菌群が食品衛生検査指針法で陰性であった。これは協会の規格である一般細菌数が 3×10^3 個/g以下、大腸菌群陰性にほぼ適合していた。

3・2 食物繊維加工食品

調査した3検体の試験結果は表2のとおりである。食物繊維の検出値は26.6~77.7g/100gであった。No2とNo

3の検出値が表示値の54.4、31.3%と低かったのは、主成分が定量に用いたブロスキー法では測定できない水溶性食物繊維であったためと考えられた。

有害金属として、ヒ素、鉛、カドミウムを調査したが、いずれも検出限界未満であった。なお、協会の規格では、ヒ素2ppm以下、重金属鉛として20ppm以下となっている。

細菌検査では、一般細菌数が10以下~ 9.6×10 個/gで、大腸菌群が陰性であった。これは協会の規格である一般細菌数 5×10^4 個/g以下、大腸菌群陰性に適合していた。

4 ま と め

カルシウム含有食品7検体及び食物繊維加工食品3検体について調査した。

(1) 今回調査したカルシウム含有食品は栄養改善法に基づく栄養表示基準が適用されるが、栄養成分カルシウムの表示は適正であった。

(2) 有害金属として、ヒ素、鉛、カドミウムを調査し

表 2 食物繊維加工食品調査結果

No	食物繊維 表示値 (g/100g)	食物繊維 検出値 (g/100g)	ヒ素, 鉛, カドミウム	一般細菌数 (個/g)	大腸菌群	備考
1	86.7	77.7	ND	9.0×10^2	陰 性	○
2	80.8	44.0	ND	10以下	陰 性	
3	85.0	26.6	ND	9.6×10^2	陰 性	

注) ○: 財団法人健康・栄養食品協会認定食品

ND: ヒ素 0.2 μ g/g未満鉛 2 μ g/g未満カドミウム 0.1 μ g/g未満

たが、いずれも検出限界未満であった。

(3) 細菌検査では、協会の規格にほぼ適合した結果であった。

(4) 食物繊維を定量する方法として一般的に用いられるブロスキー法では、水溶性食物繊維を主成分とする食物繊維加工食品の食物繊維は定量できなかった。

文 献

- 1) 大西道代, 戸田修史郎, 泉 広栄, 芹川俊彦, 本庄峰夫: 石川保環年報, 34, 169—171 (1997)
- 2) 砺波和子, 笹木千春: 石川保環年報, 34, 187—191, (1997)
- 3) 桐元俊武, 藤澤明子, 畚 幹夫: 石川保環年報, 34, 192—194 (1997)
- 4) 澤田道和, 大西道代, 笹木千春, 芹川俊彦, 本庄峰夫: 石川保環年報, 35, 23—30 (1998)
- 5) 藤澤明子, 畚 幹夫, 柴野 昭: 石川保環年報, 35, 79—81 (1998)
- 6) 厚生省告示第146号: 平成8年5月20日 (1996)

〔資 料〕

健康食品に関する共同研究(その5)

—— カルシウム含有食品, 食物繊維加工食品中の残留農薬 ——

石川県保健環境センター食品薬品科学部 泉 広 栄・米林 潤一郎

キーワード: 健康食品, カルシウム含有食品, 食物繊維加工食品, 残留農薬, 実態調査

1 はじめに

人々の健康志向の高まりに伴い, 多種多様の健康食品が製造・販売されている。しかし市販されている健康食品の有効性や安全性に関する報告はまだまだ乏しい現状である。

我々は平成8年度より市販の健康食品について残留農薬の調査を行ってきた。今年度は, カルシウム含有食品及び食物繊維加工食品について, (財)日本健康・栄養食品協会(JHFA)の自主規格基準の対象となっている農薬及び食品衛生法の規制対象農薬を対象に残留農薬の実態調査を行ったので, その結果について報告する。

2 調査方法

2・1 試料

平成10年12月～11年2月に金沢市内で購入したカルシウム含有食品7検体及び食物繊維加工食品3検体を試料とした。

2・2 測定農薬

測定農薬は次のとおりである。

- (1) カルシウム含有食品: 有機塩素系7農薬,
有機リン系14農薬,
ピレスロイド系7農薬
- (2) 食物繊維加工食品: 有機塩素系7農薬,
有機リン系14農薬,
ピレスロイド系7農薬
臭素

2・3 試験方法

有機塩素系, 有機リン系, ピレスロイド系農薬は既報¹⁾の方法を, 臭素はGC法²⁾を準用した。

食物繊維加工食品は, 水分を吸収し膨潤するため, カルシウム含有食品の1/10の2.5gを試料とした。

また各農薬の定量下限値を表1, 表2に併記した。定量下限値未満でその農薬の残留が確認出来たものについては, 痕跡とした。

3 結果及び考察

3・1 カルシウム含有食品

カルシウム含有食品は, (財)日本健康・栄養食品協会(JHFA)の自主規格の対象になっており, その中で農薬については, 有機塩素系のエンドリン, ディルドリン, BHC及びDDTについては検出されてはならないとされている³⁾。

今回の調査では表1に示すとおり7検体のうちJHFAマークのあるものは2検体であったが, JHFAマークの有無にかかわらず, 自主規格の対象農薬はいずれも不検出であった。また, 自主規格の対象外の24農薬についても今回の調査では不検出であった。

3・2 食物繊維加工食品

食物繊維加工食品も(財)日本健康・栄養食品協会(JHFA)の自主規格の対象になっており, その中で農薬については, エンドリン, ディルドリンは検出せず, BHC, DDTは0.2ppm以下, パラチオンは0.3ppm以下, 臭素(小麦由来)は50ppm以下の残留基準値が設定されており³⁾, 今回の調査結果は表2のとおりであった。

今回調査した3検体のうち, JHFAマークがついていた試料(S-1)より臭素が定量下限値以下ではあるが痕跡として検出された。その他は自主規格の対象農薬はいずれも不検出であり, 自主規格の対象外の24農薬についても今回の調査では不検出であった。

Cooperative Survey of Health Foods. 5. Pesticide Residues in Calcium Foods and Processed Foods of Dietary Fiber. by Hiroe IZUMI, Junichiro YONEBAYASI (Food and Drug Science Department, Ishikawa Prefectural Institute of Public Health and Environmental Science)

表 2 食物繊維加工食品の残留農薬調査結果

分類	農薬名	食物繊維加工食品			定量下限値 (ppm)	自主基準
		S-1	S-2	S-3		
有機塩素系	BHC	ND	ND	ND	0.05	0.2ppm以下
	ディルドリン	ND	ND	ND	0.05	検出せず
	アルドリン	ND	ND	ND	0.05	
	エンドリン	ND	ND	ND	0.05	検出せず
	DDT	ND	ND	ND	0.05	0.2ppm以下
	ジクロフルアニド	ND	ND	ND	0.05	
	ピリフェノックス	ND	ND	ND	0.1	
	ジコホール	ND	ND	ND	0.05	
	デルタメトリン	ND	ND	ND	0.1	
	シハロトリン	ND	ND	ND	0.5	
ピレスロイド系	シフルトリン	ND	ND	ND	0.2	
	シペルメトリン	ND	ND	ND	0.2	
	フルシトリネート	ND	ND	ND	0.2	
	フルバリネート	ND	ND	ND	0.1	
	フェンバレート	ND	ND	ND	0.2	
	エトプロホス	ND	ND	ND	0.1	
有機リン系	エトリムホス	ND	ND	ND	0.1	
	フェニトロチオン	ND	ND	ND	0.5	
	クロルピリホス	ND	ND	ND	0.1	
	キナールホス	ND	ND	ND	0.1	
	フェントエート	ND	ND	ND	0.1	
	エディフェンホス	ND	ND	ND	0.5	
	EPN	ND	ND	ND	0.1	
	ホサロン	ND	ND	ND	0.1	
	ピリミホスメチル	ND	ND	ND	0.1	
	ダイアジノン	ND	ND	ND	0.1	
	メチルパラチオン	ND	ND	ND	0.1	
	パラチオン	ND	ND	ND	0.1	0.2ppm以下
	馬拉チオン	ND	ND	ND	0.2	
	臭素	痕跡	ND	ND	5.0	50ppm以下
JHFAマーク		有	無	無	ND: 不検出	

表 1 カルシウム含有食品の残留農薬調査結果

分類	農薬名	カルシウム含有食品							定量下限値 (ppm)	自主基準
		C-1	C-2	C-3	C-4	C-5	C-6	C-7		
有機塩素系	BHC	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.005	検出せず
	ディルドリン	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.005	検出せず
	アルドリン	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.005	
	エンドリン	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.005	検出せず
	DDT	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.005	検出せず
	ジクロフルアニド	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.005	
	ピリフェノックス	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.01	
	ジコホール	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.005	
	デルタメトリン	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.01	
	シハロトリン	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.05	
ピレスロイド系	シフルトリン	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.02	
	シペルメトリン	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.1	
	フルシトリネート	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.02	
	フルバリネート	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.01	
	フェンバレート	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.02	
	エトプロホス	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.01	
有機リン系	エトリムホス	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.01	
	フェニトロチオン	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.05	
	クロルピリホス	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.01	
	キナールホス	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.01	
	フェントエート	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.01	
	エディフェンホス	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.05	
	EPN	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.01	
	ホサロン	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.01	
	ピリミホスメチル	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.01	
	ダイアジノン	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.01	
	メチルパラチオン	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.01	
	パラチオン	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.01	
	馬拉チオン	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.02	
	JHFAマーク	有	無	無	無	無	無	有	ND: 不検出	

4 ま と め

(1) 今回調査した7検体のカルシウム含有食品はJHFAマークの有無にかかわらず、自主規格対象農薬及び対象外の農薬全て不検出であった。

(2) 今回調査した3検体の食物繊維加工食品はJHFAマークのある1検体より痕跡ではあるが臭素が検出された他は、JHFAマークの有無にかかわらず、自主規格対象農薬及び対象外の農薬については不検出であった。

文 献

- 1) 砺波和子, 笹木千春: 石川保環年報, 34, 187—191 (1997)
- 2) 三橋隆夫: 第31回全国衛生化学技術協議会年会講演集, p. 44—45 (1994)
- 3) (財)日本健康・栄養食品協会: 健康食品規格基準集 (その2), 1987
- 4) (財)日本健康・栄養食品協会: 健康食品規格基準集 (その1), 1987

〔資 料〕

食器からのビスフェノール A 及びおもちゃからの フタル酸エステル類の溶出実態調査

石川県保健環境センター食品薬品科学部 大西 道代・澤田 道和・中村 能則

キーワード：ビスフェノール A, フタル酸エステル類, 合成樹脂, 器具・容器, おもちゃ, 環境ホルモン

1 はじめに

生体の内分泌機能をかく乱し、人の健康に影響を及ぼすとの懸念が示されている内分泌かく乱化学物質のリスト¹⁾約70物質には、ポリカーボネート樹脂やエポキシ樹脂の原料として使われているビスフェノール A (BPA) や、プラスチック可塑剤として使われているフタル酸エステル類があげられている。

食品用容器から溶出する物質は、食品を通じて人体に入る可能性が高い。食品衛生法では、ポリカーボネート中の BPA の規格を、重合調節剤として添加されるフェノール及び p-tert-ブチルフェノールとの合計値で規定し、材質試験で500ppm 以下、溶出試験で2.5ppm 以下と定めている²⁾。この規格は通常の毒性試験に基づくものであるが、その他の樹脂中の BPA や、フタル酸エステル類については規制されていない。

ポリカーボネート樹脂は、機械的強度や耐熱性、耐薬品性に優れていることから、ほ乳瓶や学校給食用食器等に広く使用されており、石川県の学校給食実施校の半数あまりでポリカーボネート製食器が使用されている。

ここでは平成9～10年度に実施したポリカーボネート製給食食器や市販器具及びエポキシ樹脂を塗料に用いた「はし」からの BPA 溶出調査について報告する。

また、幼児がなめて摂取する可能性のある塩化ビニル樹脂製おもちゃについて、人工だ液を用いたフタル酸エステル類の溶出を調査したので報告する。

2 B P A

2.1 試料と方法

2.1.1 調査試料

- (1) ポリカーボネート製学校給食用食器類
：飯わん 7 検体、汁わん 7 検体、はし 6 検体
- (2) 市販ポリカーボネート製器具：7 検体
- (3) エポキシ樹脂塗装はし：12 検体

2.1.2 試薬及び標準物質

蒸留水、n-ヘプタン、アセトニトリル：HPLC 用

酢酸：精密分析用

ジクロロメタン、アセトン：残留農薬試験用

ビスフェノール A：試薬一級、東京化成

2.1.3 試験溶液の調整

溶出試験（浸出溶液：蒸留水、4%酢酸、n-ヘプタン）及び材質試験とも食品衛生法の「食品、添加物等の規格基準」に基づき試験溶液を調整した。ただし、浸出溶液が n-ヘプタンの場合の最終試験溶液は50%アセトニトリルとした。溶出試験濃度は食品衛生法のとおり試料表面積1cm²あたり2mlの浸出溶液を用いたものとして換算した。

溶出条件は、食品衛生法に基づく次の①～④法を用いた。

①法：蒸留水、95℃、30分〔試料に95℃の蒸留水を満たし、30分間95℃の恒温槽に静置〕

②法：4%酢酸溶液（水溶性食品で酸性のものの疑似溶媒）、95℃、30分

③法：n-ヘプタン（油脂及び脂溶性食品の疑似溶媒）、25℃、60分

④法：蒸留水、60℃、30分

2.1.4 液体クロマトグラフィー装置及び測定条件

HPLC：LC-6A システム（島津製作所）

けい光検出器：RF-10 AXL（島津製作所）

データ処理器：C-R 7 Ae plus（島津製作所）

Surve of Migration of Bispheno A from Tableware and Phthalates from Toys. by Michiyo OHNISHI, Michikazu SAWADA, Yoshinori NAKAMURA (Food and Drug Science Department, Ishikawa Prefectural Institute of Public Health and Environmental Science)

表 1 学校給食用食器のBPA 溶出試験結果

溶 出 条 件		① 法		② 法		③ 法	
器具の種類	使用年数	濃度範囲 (ng/ml)	検出割合 (%)	濃度範囲 (ng/ml)	検出割合 (%)	濃度範囲 (ng/ml)	検出割合 (%)
飯 わ ん	1～5.5年	1未満～2	1/7 (14)	1未満～3	3/7 (43)	1未満	0/7 (0)
汁 わ ん	1～5.8年	1未満～3	2/7 (29)	1未満～10	2/7 (29)	1未満	0/7 (0)
は し	0～10.5年	1～164 [1～13]	6/6 (100) [5/5]	5～160 [5～14]	6/6 (100) [5/5]	1未満～22 [1未満～2]	4/6 (67) [3/5 (60)]

注) [] 内は、高濃度のはし1検体を除いた場合について示した。

表 2 学校給食用食器の溶出温度別結果

種 類	① 法 (95℃)	④ 法 (60℃)
汁 わ ん	2 ng/ml	2 ng/ml
は し	9 ng/ml	2 ng/ml
は し	164 ng/ml	141 ng/ml

条件 1 (溶出試験用)

カラム: TSKgel ODS-80 T_M (4.6mmi.d×250mm)

移動相: アセトニトリル/水 (50:50)

流速: 1 ml/min

カラム温度: 40度

検出器: UV (217nm), けい光検出器 (励起波長 275nm, けい光波長 300nm)

注入量: 100 μl (UV), 50 μl (けい光)

条件 2 (材質試験用)

カラム: TSKgel ODS-80 T_M (4.6mmi.d×250mm)

移動相: アセトニトリル/水 (30:70) を初期濃度とし, リニアグラジエント35分によりアセトニトリルのみとし10分保持

流速: 1 ml/min

カラム温度: 40度

測定波長: 217nm

注入量: 20 μl

BPA の測定にあたり, HPLC けい光検出器を用いることで, 水や酢酸の試験溶液をそのまま分析に供することができ, 分析感度も UV 検出器を用いた時に比べ良好となった。1 ng/ml を定量下限値とした。

2・2 結果及び考察

2・2・1 学校給食用食器からの BPA 溶出

表 1 に示すように, BPA の溶出濃度は飯わんで 1 未満～3 ng/ml, 汁わんで 1 未満～10 ng/ml, はしで 1 未満～164 ng/ml と食品衛生法に基づく溶出基準を超えるものはなかった。はしからの検出割合は①法②法共に 100 % と飯わんや汁わんより高く, 溶出濃度も高かった。また, はしで 1 検体他のものと比べ高いものがあった (①

法 164 ng/ml)。

BPA の溶出濃度は, ①法の蒸留水と②法の 4 % 酢酸で大きく, ③法のヘプタンで低かった。

使用期間と溶出濃度の相関は不明であった。

2・2・2 溶出温度別 BPA 溶出

給食食器 3 件について溶出温度を 60℃ と 95℃ にした結果を表 2 に示した。例数は少ないが, 溶出温度が高いと溶出濃度が高くなる傾向がみられた。これは東京都の公表資料³⁾と同傾向であった。

2・2・3 くりかえし溶出した場合の BPA 濃度変化

新品である高濃度に溶出したはしについて, ④法の溶出を 9 回くり返した。1 回目の濃度を 100 % とし図 1 に濃度変化を示した。2 回目には急激に減り, 5 回程度で平衡となった。溶出をくり返すことで, 溶出濃度が低くなることがわかった。

2・2・4 ポリカーボネート製品の BPA 材質中濃度と溶出濃度

表 3 に学校給食用はし 3 検体, 表 4 に市販ポリカーボネート製器具 7 検体の結果を示した。

市販品の材質試験で BPA が 730 μg/g と食品衛生法の基準を超え, 製造元で回収となった茶わんがあったが, ④法による溶出濃度は 1 ng/ml と低かった。それ以外の市販品の材質中濃度は 2 未満～57 μg/g で, 溶出濃度は 1 ng/ml 未満であった。

BPA 溶出濃度と材質中濃度との関係ははっきりしな

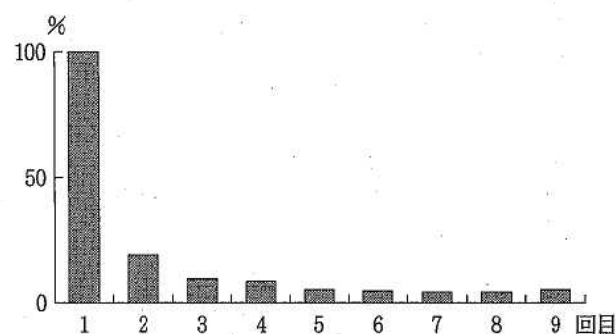


図 1 くりかえし溶出した場合の BPA 溶出濃度変化

表3 学校給食用はしの材質試験結果

検 体 番 号	材質 BPA	④法溶出BPA
はし1(新品)	178 $\mu\text{g/g}$	164 ng/ml
はし2(はし1と同じメーカー, 新品)	48 $\mu\text{g/g}$	4 ng/ml
はし3(10.5年使用)	134 $\mu\text{g/g}$	7 ng/ml

表4 市販器具の試験結果

種 類	材 質 BPA	④法溶出 BPA
容 器	2 $\mu\text{g/g}$	<1 ng/ml
容 器	<2 $\mu\text{g/g}$	<1 ng/ml
汁 わ ん	20 $\mu\text{g/g}$	<1 ng/ml
コ ッ プ	57 $\mu\text{g/g}$	<1 ng/ml
茶 わ ん	730 $\mu\text{g/g}$	1 ng/ml
ほ 乳 び ん	49 $\mu\text{g/g}$	<1 ng/ml
ほ 乳 び ん	3 $\mu\text{g/g}$	<1 ng/ml

かった。

2・2・5 エポキシ樹脂塗装された「はし」からの溶出

エポキシ塗料で塗装された本県の特産品である輪島塗りはし12検体について、④法での溶出を調べた。全て1 ng/ml未満でBPAは溶出しなかった。

3 フタル酸エステル類

3・1 試料と方法

3・1・1 調査試料

市販の塩化ビニル製幼児用おもちゃ：6検体
(アニメキャラクター人形, ボール等)

3・1・2 試薬及び標準物質

ヘキサン：残留農薬試験用

塩化ナトリウム：残留農薬試験用を500°Cで焼いたもの

フタル酸エステル類標準品

フタル酸ジエチル (DEP)：和光純薬工業

フタル酸ジ-n-ブチル (DBP)：和光純薬工業

フタル酸ジ-2-エチルヘキシル (DEHP)：

ジーエルサイエンス

フタル酸ジシクロヘキシル (DCHP)：

ジーエルサイエンス

フタル酸ブチルベンジル (BBP)：Riedel-de Haën

内部標準物質

フェナンスレン_{d10},フルオランテン_{d10}：ISOTEC Inc.

サロゲート物質

DBPd₄, DEHPd₄：林純薬工業

人工だ液調整に用いた試薬：試薬特級

3・1・3 器具・試薬の前処理

ガラス器具は450°Cで4時間加熱し、放冷後速やかに使用した。人工だ液の調整に用いた試薬は、200~400°Cで4時間加熱し、放冷後使用した。人工だ液調整用精製水は市販のミネラルウォーターを蒸留し、ミネラル分を除き、フタル酸エステル類が含まれていないことを確認したものを用いた。

3・1・4 試験溶液の調整

浸出溶液として、表5に示した人工だ液を用いて溶出試験を行った。溶出は、40°Cの人工だ液に調査試料を浸し40°Cの恒温槽に30分静置することにより行った。溶出試験濃度は試料表面積1 cm²あたり2 mlの浸出溶液を用いたものとして換算した。

3・1・5 分析方法

分析方法は、平成10年10月環境庁水質保全局水質管理課編「外因性内分泌かく乱化学物質調査暫定マニュアル」に準じ、試験溶液にサロゲート物質及び塩化ナトリウムを加えてヘキサンで抽出し、内部標準物質を加えヘキサンで一定量とし、ガスクロマトグラフ質量分析計により定量した。操作中の汚染を少なくするため、濃縮および脱水の操作は行わなかった。

GC/MS条件

機種：フィニガン製 MAGNUM

カラム：DB-5 ms (膜厚0.25 μm , 0.25mm i.d×30 m)

キャリアーガス：ヘリウム

カラム温度：50°C (3分)→30°C/分→150°C→5°C/分→270°C (0.7分)

注入方法：スプリットレス (パージオフタイム1分)

注入量：1 μL

注入口圧：12psi

注入口温度：280°C

マスレンジ：m/z 50~450

3・2 結果及び考察

調査対象とした内分泌かく乱作用が疑われているフタル酸エステル5物質のうち、検出されたのはDEHPの

表5 人工だ液の組成

塩 化 マ グ ネ シ ウ ム	0.078 g
塩 化 カ ル シ ウ ム	0.110 g
リン酸1水素カリウム	0.569 g
炭 酸 カ リ ウ ム	0.530 g
塩 化 ナ ト リ ウ ム	0.330 g
塩 化 カ リ ウ ム	0.745 g

精製水1 Lに溶かし、pH6.8とする

参考：RIVM report 613320 002¹⁾

表6 幼児用おもちゃの溶出試験結果

種 類	DEHP	DEP, DBP, DCHP, BBP
アニメ人形	<5 ng/ml	<5 ng/ml
アニメ人形	<5 ng/ml	<5 ng/ml
アニメ人形	6 ng/ml	<5 ng/ml
アニメ人形	5 ng/ml	<5 ng/ml
アニメ人形	<5 ng/ml	<5 ng/ml
ボ ー ル	29 ng/ml	<5 ng/ml

みで6検体中3検体から検出された(表6)。その濃度はボールで29ng/ml, 人形で5~6 ng/mlであった。他のフタル酸エステル類(DEP, DBP, DCHP, BBP)は5 ng/ml未満であった。

4 ま と め

合成樹脂製食器・器具及びおもちゃについてBPA及びフタル酸エステル類の溶出実態調査を実施した。

(1) ポリカーボネート製学校給食用食器からのBPAの溶出は、水、95°C、30分間の溶出条件で、飯わんや汁わんで1未満~3 ng/ml, はしで1~164ng/mlと、はしの方が飯わんや汁わんより高かった。

(2) 給食食器のBPAの溶出濃度は、溶出温度の高い方が高くなる傾向にあった。

(3) 給食食器のうち新品でBPA溶出濃度が高かったはしは、溶出をくりかえすことで、溶出濃度が低くなった。

(4) 市販のポリカーボネート製器具からのBPAの溶出は、水、60°C、30分間の溶出条件では、1未満~1 ng/mlであった。

(5) エポキシ樹脂塗装の輪島塗りはしからのBPAの溶出は、水、60°C、30分間の溶出条件では、1 ng/ml未満であった。

(6) 塩化ビニル製幼児用おもちゃからのフタル酸エステル類の溶出は、人工だ液、40°C、30分間静置の溶出条件で、フタル酸ジ-2-エチルヘキシルが数ng/ml溶出した。

文 献

- 1) 環境庁：外因性内分泌攪乱化学物質問題に関する研究班の中間報告書について(1997)
- 2) 厚生省告示第18号：平成6年1月31日(1994)
- 3) 東京都衛生局発表資料：給食用ポリカーボネート製食器の実態調査結果(平成10年12月22日)
- 4) Report on phthalate release from soft PVC baby-toys Research for man and environment, National Institute of Public Health and the Environment (RIVM), Netherland (1998).

〔資 料〕

食 品 苦 情 事 例 (その1)

石川県保健環境センター食品薬品科学部

中村 能則・澤田 道和・大西 道代
泉 広 栄・米林 潤一郎・水野 和明

キーワード: 金属, 異臭, エチルベンゼン, キシレン

1 は じ め に

生命と健康は、国民一人一人にとって最も大切な財産である。こうした健康を支える上で、食事は最も重要な因子の一つであり、その前提となる食品の安全性確保は、必要な要素である。

しかしながら、昨年7月に和歌山市で発生したカレー毒物混入事件に端を発した一連の食品への毒物混入事件など、食品の安全性について国民の不安は更に高まりつつある。

そこで、食品衛生上の危害発生の未然防止、または、健康上の被害が発生した場合には、その教訓を再発防止に生かすことができるよう、平成10年度に処理した事例を紹介する。

2 あ じ の 干 物

2・1 概 要

平成10年9月、県立中央病院から南加賀保健所に腹痛、嘔吐、下痢、発熱を呈する患者7名、うちアレルギー様症状（蕁麻疹、血圧低下、ショック状態）2名という食中毒の通報があった。患者らは旅行者でY温泉宿泊当日、昼食に立ち寄ったレストランで食事をしており、同レストランでは、患者らを含め県外の旅行8団体約350名に焼肉、干物等が提供されていた。

2・2 試料と方法

(1) 試料 あじの干物 2尾（苦情残品）

(2) 方法 原因食品や症状からヒスタミンによるものと考えられたため、ヒスタミンの検査を行った。試験法は衛生試験法注解（1990）に準じHPLC蛍光法により行った。

2・3 結果及び考察

ヒスタミンによるアレルギー様食中毒の原因は回遊魚に含まれるヒスチジンが代謝されヒスタミンが生成されることによる。ヒスタミン含有量が4,000 $\mu\text{g/g}$ 以上の場合、又はそれ以下でもアグマチンなどの他のアミン類が存在した場合にも発生すると言われている。¹⁾

今回の試験結果では、あじの干物の可食部からヒスタミンが51 $\mu\text{g/g}$ 検出された。これは中毒量の約80分の1であり、あじの干物による食中毒とは断定できなかった。

3 塩なすの煮付け

3・1 概 要

平成10年11月、公立松任石川中央病院から食中毒症状を呈する患者6名が受診した旨、石川中央保健所に通報があった。A事業所内で、家庭でつくった塩なすの煮付けを仲の良い15人で喫食したところ、吐き気、嘔吐の症状が6人の喫食者から発現。

3・2 試料と方法

(1) 試料 苦情品の塩なすの煮付けの他、その材料として使用されたなすの塩漬け及び市販のなす漬け（対照

表1 塩なすの煮付けに係る試料

1 塩 な す	苦情品の材料
2 塩なすの煮付けA	事業所で喫食された残品
3 塩なすの煮付けB	苦情品を調理した家庭の残品
4 市販のなす漬けA	H社製なす漬け（対照品）
5 市販のなす漬けB	K社製なす漬け（対照品）
6 焼きみょうばん	
7 ブ ロ だ し	
8 ほ ん だ し	
9 市 販 わ ら び	なす漬けの対照品

Examples of complaints about food. by Yoshinori NAKAMURA, Michikazu SAWADA, Michiyo OHNISHI, Hiroe IZUMI, Jyunichirou YONEBAYASHI, Kazuaki MIZUNO (Environmental Health, Food and Drug Department, Ishikawa Prefectural Institute of Public Health and Environmental Science)

表 2 塩なす等の検査結果（溶出試験）

（単位：mg/100g）

試験品名	Cu	Al	Cd	Pb	As	pH
1 塩 な す	157	1.54	0.01未満	0.1未満	0.2未満	4.7
2 塩なすの煮付けA	23.9	0.84	0.01未満	0.1未満	0.2未満	5.6
3 塩なすの煮付けB	23.8	0.96	0.01未満	0.1未満	0.2未満	5.7
4 市販のなす漬けA	0.02未満	2.02	0.01未満	0.1未満	0.2未満	5.2
5 市販のなす漬けB	0.02未満	6.87	0.01未満	0.1未満	0.2未満	4.1
6 焼きみょうばん	0.02未満	11,000	0.01未満	0.1未満	0.2未満	2.6
7 プロだし	0.02未満	0.31	0.01未満	0.1未満	0.2未満	5.3
8 ほんだし	0.02未満	0.22	0.01未満	0.1未満	0.2未満	5.8
9 市販わらび	0.3	0.08	0.01未満	0.1未満	0.2未満	4.3

表 3 塩なす等の検査結果（含有量試験）

（単位：mg/100g）

試験品名	Cu	Al	Cd	Pb	As
1 塩 な す	283	26.8	0.01未満	0.1未満	0.2未満
2 塩なすの煮付けA	39.6	5.26	0.01未満	0.1未満	0.2未満
3 塩なすの煮付けB	38.6	9.44	0.01未満	0.1未満	0.2未満
4 市販のなす漬けA	0.04	3.78	0.01未満	0.1未満	0.2未満
5 市販のなす漬けB	0.09	25.5	0.01未満	0.1未満	0.2未満
6 焼きみょうばん	0.02未満	11,000	0.01未満	4.6	0.2未満
7 プロだし	0.02未満	1.35	0.01未満	0.1未満	0.2未満
8 ほんだし	0.6	5.90	0.01未満	5.4	0.2未満
9 市販わらび	12.4	1.02	0.01未満	0.1未満	0.2未満

品）、更には調理に使用される焼きみょうばん、プロだし、ほんだし（いずれも苦情品に使用されたものではない。）及び市販わらび（対照品）を試験に供した（表1）。

(2) 方法 保健所での食味試験の結果、舌に収れん味が残るほか、旨み成分が強いことから、調理に使用されるみょうばんの過剰使用が疑われたため金属について試験を行った。試験法は食品衛生検査指針（1991）に準じ、試料を予備乾燥し乾式灰化、硝酸・過塩素酸分解後、ICPにより測定を行った。また、迅速に原因物質を特定するため沸騰水による溶出試験も併せて行った。

3・3 結果及び考察

溶出試験、含有量試験の結果を表2及び3に示した。

塩なすの煮付け及び材料に使用された塩なすからは対照品の市販なす漬けの約550～7,900倍以上の銅が検出された。

塩なす中の銅含有量が対照の市販のなす漬けより多量に含まれていること、更に煮付けの材料として使用された塩なす中の含有量が煮付けしたものより多いことからなすを塩漬けた際、若しくは保存中に銅が混入したものと推測された。なお、なすの塩漬けの際、着色を目的として鉄線が用いられるが、その後の聞き取り調査で銅線が用いられたことが判明した。

4 カレー弁当

4・1 概要

平成11年1月、事業所の従業員6人が昼食時に弁当屋のカレー弁当を喫食したところ、6人全員が吐き気を訴え、うち1人が嘔吐した旨、事業主から石川中央保健所に通報があった。

4・2 試料と方法

(1) 試料 当該苦情品の他、その対照品として弁当調製施設で再調製したものを試料とした（表4）。

(2) 方法 今回持ち込まれた検体の中でも、キャベツ、福神漬けなどは試験検査を行うに十分な量ではなかった

表 4 カレー弁当に係る試料

1 カ レ ー	生理用食塩水で希釈したもの
2 キ ャ ベ ツ	
3 福 神 漬 け	
4 カレー、ごはん、キャベツ、福神漬け	
5 カレー（対照品）	再調整品
6 キャベツ（対照品）	再調整品
7 福神漬け（対照品）	再調整品
8 ごはん（対照品）	再調整品

ため、限られた試料で重金属、農薬について試験を行った。

試験法は食品衛生検査指針(1991)に準じ、試料1gを予備乾燥し乾式灰化、硝酸・過塩素酸分解後ICP法により行った。一方、農薬は試料10gをヘキサン・アセトン混液で抽出、GPCによる粗精製後GC-FPD法によ

り行った。

4・3 結果及び考察

表5に試験結果を示した。苦情品と再調整品との重金属の濃度差は見られなかった。参考として玄米の標準的な含有量¹⁾を示したが、いずれの重金属も十分低いレベルであり、高濃度な項目は見られなかった。一方、有機

表5 カレー弁当に係る試験結果

(単位: $\mu\text{g/g}$)

検体 No.		1	2	3	4	5	6	7	8	玄米中の標準含有量(重金属)又は規格基準(農薬)
項 目										
重 金 属	Cd	0.03	0.03	0.03	0.04	0.03	<0.02	0.04	0.04	0.06~0.2
	Pb	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4	0.22~0.46
	Cu	1.1	<0.3	<0.3	0.4	0.4	<0.3	<0.3	0.4	1.80~3.61
	As	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	0.08~0.13
農 薬	エトプロホス	<0.125	—	—	<0.005	<0.005	—	—	<0.005	0.005
	テルブホス	<0.125	—	—	<0.005	<0.005	—	—	<0.005	0.005
	エトリムホス	<0.125	—	—	<0.005	<0.005	—	—	<0.005	0.1
	フェニトロチオン	<0.125	—	—	<0.005	<0.005	—	—	<0.005	0.2
	フェンチオン	<0.125	—	—	<0.005	<0.005	—	—	<0.005	0.05
	クロルピリホス	<0.125	—	—	<0.005	<0.005	—	—	<0.005	0.1
	クロルフェンビンホス	<0.125	—	—	<0.005	<0.005	—	—	<0.005	0.05
	キナルホス	<0.125	—	—	<0.005	<0.005	—	—	<0.005	—
	フェントエート	<0.125	—	—	<0.005	<0.005	—	—	<0.005	0.05
	バミトチオン	<2.5	—	—	<0.1	<0.1	—	—	<0.1	0.2
	プロチオホス	<0.125	—	—	<0.005	<0.005	—	—	<0.005	—
	エディフェンホス	<0.125	—	—	<0.005	<0.005	—	—	<0.005	0.2
	EPN	<0.125	—	—	<0.005	<0.005	—	—	<0.005	0.1
	ホサロン	<0.125	—	—	<0.005	<0.005	—	—	<0.005	—
	ジクロルボス	<0.125	—	—	<0.005	<0.005	—	—	<0.005	0.2
	ピリミホスメチル	<0.125	—	—	<0.005	<0.005	—	—	<0.005	0.20
	ジメトエート	<0.125	—	—	<0.005	<0.005	—	—	<0.005	—
	ダイアジノン	<0.125	—	—	<0.005	<0.005	—	—	<0.005	0.1
	メチルパラチオン	<0.125	—	—	<0.005	<0.005	—	—	<0.005	1.0
	マラチオン	<0.125	—	—	<0.005	<0.005	—	—	<0.005	0.1
薬	パラチオン	<0.125	—	—	<0.005	<0.005	—	—	<0.005	n.d(0.005)
	フェンスルホチオン	<0.125	—	—	<0.005	<0.005	—	—	<0.005	—
	トルクロホスメチル	<0.5	—	—	<0.02	<0.02	—	—	<0.02	—
	イソフェンホス	<0.05	—	—	<0.002	<0.002	—	—	<0.002	—
	カズサホス	<0.125	—	—	<0.005	<0.005	—	—	<0.005	—
	ジメチルビンホス	<0.5	—	—	<0.02	<0.02	—	—	<0.02	0.1
	ホスチアゼート	<0.25	—	—	<0.01	<0.01	—	—	<0.01	—
	ブタミホス	<0.25	—	—	<0.01	<0.01	—	—	<0.01	0.05
	ピラクホス	<1.25	—	—	<0.05	<0.05	—	—	<0.05	—
	検体持ち込み量	3 g	5 g	2 g	250 g	200 g	4 g	3 g	250 g	
試料(重金属)		1 g	1 g	1 g	1 g	1 g	1 g	1 g	1 g	
試料(農薬)		1 g	—	—	25 g	25 g	—	—	25 g	

リン系農薬もすべて検出下限値未満であり、これらの物質が混入された様子はいずれも、原因物質を特定するに至らなかった。

5 異 臭 牛 乳

5・1 概 要

平成11年3月、学校給食用の牛乳（Y乳業（株）H工場製造）を飲んだ生徒がシンナー臭等の異常臭や酸味、苦味等の味覚異常を訴えた旨、K市教育委員会から南加賀保健所に連絡があった。保健所の調査の結果、金沢市、小松市、加賀市、松任市、鶴来町、美川町の29小中学校（約12,000本を提供）のうち24校で同様の味覚異常が確認された。

なお、気分が悪いと訴える者が数十名いるものの入院又は通院患者はいなかった。

5・2 試料と方法

(1) 試料 今回用いた試料を表6に示した。なお、当該苦情品が製造される以前に同工場第1工場の保冷库床

表6 異臭牛乳に係る試料

牛乳の試験番号		製造年月日	製造工場
No. 1	1,000ml紙パック	H11. 3. 4	第2工場
No. 2 (当該苦情品)	200ml紙パック	H11. 3. 6	第1工場
No. 3	1,000ml紙パック	H11. 3. 7	第2工場
No. 4	200ml紙パック	H11. 3. 9	第1工場
No. 5 (対照市販品)	500ml紙パック	—	—
溶 剤		—	—

表7 異臭牛乳等の試験結果

(単位: $\mu\text{g}/\text{mg}$)

牛乳の試験番号	エチルベンゼン	m, p-キシレン	o-キシレン
No. 1	0.01	0.01	0.01未満
No. 2	1.99	1.07	0.24
No. 3	0.01	0.01	0.01未満
No. 4	0.01未満	0.01未満	0.01未満
No. 5 (対照市販品)	0.01未満	0.01未満	0.01未満
溶 剤	64.2%	23.8%	5.7%

面の塗装工事が行われており、保健所職員が立入調査を行ったところ、かなりの溶媒臭が認められたことから床塗装に使用された有機溶剤も併せて試験に供した。

(2) 方法 薬品臭が認められたことから、揮発性成分について環境庁告示第59号（昭和46年12月）²⁾に基づくヘッドスペース・ガスクロマトグラフ質量分析法により試験を行った。

5・3 結果及び考察

表7に試験結果を示した。当該苦情品からはエチルベンゼン及びキシレンがそれぞれ $1.99\mu\text{g}/\text{ml}$ 、 $1.31\mu\text{g}/\text{ml}$ 検出された。また、溶剤成分についても苦情品と概ね同様な組成を示した。

学校給食用の牛乳は他の市販品よりも保冷库による保管時間が47時間と長かったことや牛乳容器にラミネートされているポリエチレン製樹脂は気体の透過性が高いことなどから、保冷库内で揮発充満していた溶剤が紙パックを介して牛乳中に移染したものと推定された。

6 ま と め

平成10年度に当方で処理した事例について紹介したが、昨今の食品苦情の傾向としては、件数の増加はもとより異味、異臭がするなどの事例が増加している。

本県では、毒物等の混入事件に適切に対処し、県民の健康と生命の安全を確保するため、平成11年3月「毒物による石川県健康危機管理対策指針」を策定し、関係機関の役割分担、連絡体制等を整備したところである。

当センターとしては、今後とも、飲食物に係る事故等の発生の未然防止に努めることはもとより、健康危機が発生した場合には、関係機関と十分連携を図り、健康と生命の安全の確保及び健康被害の拡大防止に努めていく必要がある。

文 献

- 1) 日本薬学会編 衛生試験法注解（1990）
- 2) 昭和46年12月28日環境庁告示第59号別表1（JIS K 0125の5.2）

〔資 料〕

平成10年度水道水等水質検査精度管理調査結果について

石川県保健環境センター水質科学部 南 由美子・初瀬 裕・柴野 昭
 石川県保健環境センター感染症部 米沢 由美子・芹川 俊彦

キーワード：飲料水、精度管理

1 はじめに

石川県では、昭和58年以降水道水質の分析を行っている厚生大臣指定機関、水道事業体及び保健所等の公的機関を対象とし、日常分析業務の点検、測定上の問題点の発見や改善及び測定技術の向上に役立たせることを目的として、飲料水の水質分析に関する精度管理調査を実施してきた¹⁾²⁾。

平成10年度は機器分析の種類ごとに1項目以上を選定することとし、色度、濁度、亜硝酸性窒素鉛、有機塩素系化合物（トリクロロエチレン、テトラクロロエチレン）及び糞便性大腸菌群数の7項目について精度管理調査を行った。

2 調査方法

2・1 調査対象機関

厚生大臣指定機関3機関、水道事業体2機関及び公的機関7機関の12機関及び保健環境センターを対象とした。

2・2 測定項目及び測定方法

色度、濁度、亜硝酸性窒素、鉛、トリクロロエチレン、

テトラクロロエチレン及び糞便性大腸菌群数の7項目を測定項目とした。糞便性大腸菌群数については疎水性格子付きメンブランフィルター法で測定を行い、その他の項目については「水道水質に関する基準の制定について（通知）³⁾」に示す方法で測定を行った。それぞれの測定方法を表1に示す。

2・3 試料

色度及び濁度測定用飼料と糞便性大腸菌群数測定用試料はそれぞれ環境水を使用し、その他の項目の測定用試料は標準溶液を希釈して調整した。詳細を表2に示す。

表1 測定項目及び測定方法

測定項目	測定方法
色度	透過光測定法
濁度	透過光測定法
亜硝酸性窒素	吸光光度法、イオンクロマトグラム法
鉛	原子吸光光度法（フレイムレス）、ICP-MS法
トリクロロエチレン	PT-GC-MS法、HS-GC-MS法
テトラクロロエチレン	PT-GC-MS法、HS-GC-MS法
糞便性大腸菌群数	疎水性格子付きメンブランフィルター法

表2 配布試料

試料	試料の概要
色度及び濁度測定用試料（試料-A）	手取ダム湖の表層水
亜硝酸性窒素測定用試料（試料-B）	亜硝酸イオン標準液を0.009mg/Lとなるように蒸留水に添加し、調製したもの
鉛測定用試料（試料-C）	原子吸光分析用鉛標準液を0.005mg/Lとなるように1%塩酸で希釈し、調製したもの
トリクロロエチレン及びテトラクロロエチレン測定用試料（試料-D）	トリクロロエチレン標準液及びテトラクロロエチレン標準液を各々0.005mg/Lとなるように蒸留水に添加し、調製したもの
糞便性大腸菌群数測定用試料（試料-I, II）	試料Iは手取川上流から採水した河川水、試料IIは下流から採水した河川水

Interlaboratory Comparison of Water Quality Measurements. by Yumiko MINAMI, Yuh HATSUSE, Akira SHIBANO, Yumiko YONEZAWA* and Toshihiko SERIKAWA* (Water Quality Science Department and Infectious Disease Department*, Ishikawa Prefectural Institute of Public Health and Environmental Science)

表 3 理化学試験項目の測定結果

項 目	色 度 (度)		濁度 (度)	亜硝酸性窒素 (mg/L)		鉛 (mg/L)	トリクロロエチレン (mg/L)	テトラクロロエチレン (mg/L)
	見かけの色度	前処理を行った場合		吸光光度法	イオンクロマトグラフ法			
測定実施機関	13機関	13機関	13機関	13機関	9機関	9機関	7機関	7機関
棄却データ数	1件	なし	1件	なし	1件	なし	なし	なし
最 大 値	150	50	40	0.010	0.012	0.008	0.005	0.005
最 小 値	120	5.9	33	0.009	0.008	0.002	0.003	0.003
平 均 値	138.3	20.4	35.3	0.009	0.010	0.005	0.004	0.004
標 準 偏 差	8.3	13.2	2.1	0.001	0.001	0.002	0.001	0.001
変 動 係 数	6.0%	64.4%	5.9%	5.4 %	13.3 %	36.9 %	22.1 %	17.9 %

表 4 糞便性大腸菌群数の測定結果

機 関	糞便性大腸菌群数(個/100mL)	
	試 料 I	試 料 II
1	8.6×10	2.8×10^3
2	1.0×10^2	2.5×10^3
3	—	—
4	—	—
5	6.0×10	1.5×10^3
6	5.0×10	1.3×10^3
7	5.0×10	1.2×10^3
8	1.2×10^2	3.0×10^3
9	8.0×10	3.9×10^3
10	9.1×10	4.5×10^3
11	1.0×10^2	3.5×10^3
12	9.0×10	3.1×10^3
13	1.1×10^2	4.1×10^3

表 5 前処理を行った場合の色度測定結果及び前処理条件

機 関	色度(度) (処理後)	遠 心 分 離 条 件			ローターの遠心力	
		遠沈管 (cc)	回転数 (rpm)	時 間 (min)	半径(R) (cm)	($\times g$)
1	9.9	50 (ガラス)	3,000	20	17	1,700
2	25	50 (ガラス)	1,500	30	14	350
3	50	50 (ガラス)	1,500	10	14	350
4	33	50 (ガラス)	1,500	10	12	310
5	14	10 (ガラス)	3,000	10	18	1,800
6	12	50 (ガラス)	3,300	10	18	2,200
7	19	50 (ガラス)	3,000	5	14	1,400
8a	32	50 (ガラス)	3,000	5	17	1,700
8b	31	50 (ガラス)	1,500	15	17	420
8c	24	20 (ガラス)	1,500	15	17	420
8d	50	5C ろ紙				
9	9.6	50 (ガラス)	3,000	20	16	1,600
10a	16	50 (ガラス)	2,500	10	20	1,300
10b	7	50 (ガラス)	2,500	20	20	1,300
11	9.5	15 (ガラス)	3,000	15	18	1,800
12	8.3	10 (ポリ)	3,600	20	18	2,600
13a	19	350 (ガラス)	3,000	20	18.7	1,800
13b	25	350 (ガラス)	3,000	15	18.7	1,800
13c	32	350 (ガラス)	3,000	10	18.7	1,800
13d	5.9	50 (ガラス)	3,000	20	18.7	1,800
13e	7.5	50 (ガラス)	3,000	15	18.7	1,800
13f	10	50 (ガラス)	3,000	10	18.7	1,800

3 測定結果及び考察

各機関が行った測定結果を表 3 及び表 4 に示す。

表に記載のデータは報告値にもとづいて作成した。かけ離れた疑わしい値については Grubbs の方法で検定を行い、危険率 5 % で異常値として取り扱い棄却した。

3・1 色 度

見かけの色度については、棄却データが 1 件あったが、変動計数 10 % 以下で概ね良好な結果であった。棄却データについても有効数字を 2 桁とせず実測値で検定を行えば棄却されない数値であった。

一方、前処理を行った場合の色度は、変動係数 60 % 以上とばらつきが非常に大きい結果となった。前処理を行った場合の色度測定結果及び前処理条件を表 5 に示す。

ほとんど全ての分析機関が前処理として遠心分離を採用していたが、(1)遠心時間が異なる場合 ((10a, 10b), (13d, 13e, 13f) 等), (2)遠心力 ($\times g$) が異なる場合 (1, 9, 13d), (3)遠沈管容量が異なる場合 (8b, 8c) (13c, 13f) で測定結果が大きくかわっている。ばらつきが非常に大きい結果になった原因として、遠心分離の条件と遠沈管の容量が各機関で異なっていたことがあげられる。

上水試験方法⁴⁾では、検水の前処理に関して、(1)ガラス繊維ろ紙 (孔径 $1 \mu m$) を用いる方法、(2)メンブランフィルター (孔径 $1 \mu m$) を用いる方法、(3)5C のろ紙を用いる方法、(4)遠心分離 ($1500 \times g$ 以上で 10~20 分間) による方法の 4 つの方法を示しているが、もう少し細かく前処理の条件を設定する必要があると考えられる。

3・2 濁 度

棄却されたデータが 1 件あったが、原因は特定できな

かった。

濁度の測定については平成9年度にも実施しており、その際に試料の攪拌をよく行う必要性が指摘された。今回は全般的にじゅうぶん攪拌がなされ、変動係数は10%以下とばらつきが少なく、概ね良好な結果が得られた。

3・3 亜硝酸性窒素

吸光光度法による亜硝酸性窒素の測定は、全ての機関がスルファニルアミド・ナフチルエチレンジアミンによる方法で行った。測定結果についてはばらつきが少なく変動係数は10%以下という非常に良好な結果が得られた。

イオンクロマトグラフ法では、試料濃度が検出限界(0.01mg/L)に近い濃度であったため、各機関の機器の違いによって変動係数が大きくなった。棄却データが1件あったが、これは通常の測定で検出限界値が0.02mg/L程度の機器であったためであり、やむを得ない結果である。

3・4 鉛

棄却データはなかったが、変動係数が36.9%とばらつきのある結果となり、2機関については特に報告値が低かった。また、通常、鉛の測定にICP-MSを使用している機関があり、測定結果は0.005mg/Lであった。

フレイムレス原子吸光光度法による鉛の測定を行うにあたって、(1)試料を突沸させないこと。(2)原子化段階の以前に目的物質を散逸させないこと。(3)目的元素に適した温度で原子化することが基本的な留意点としてあげられる。そこで、原子化条件について各機関に問い合わせたところ、ほとんどが2000°Cで原子化を行っていたが、特に報告値の低い2機関については2400°C及び2500°Cと原子化温度が高めであった。

また、空試験を行っていない機関が見られたが、鉛は環境からの汚染の可能性がある物質であるため、基本的には検体と同時に空試料を調製すべきであろう。

3・5 トリクロロエチレン、テトラクロロエチレン

トリクロロエチレンの変動係数は22.1%、テトラクロロエチレンの変動係数は17.9%とややばらつきのある結果であった。しかし、これは上水試験法で確保すべきとされている変動係数の範囲(20%)内であった。

3・6 糞便性大腸菌群数

全機関とも概ね良好な結果であった。

なお、検査を実施した11機関のうち、数機関については菌数が幾分少なめであったが、これは検査を実施する迄の検体の保存状態、または集落の数の違いの差によるものと考えられる。

疎水性格子付きメンブランフィルター法の要点は、正確な培養条件(恒温水槽中で $44.5^{\circ}\text{C} \pm 0.1^{\circ}\text{C}$, 24 ± 1 時間培養)と集落の数の数え方(青色の集落を計測する;薄い青色は数えるが、灰色がかった青色は数えない)である。今後これらの点に十分注意を払い検査をする必要がある。

4 ま と め

(1) 色度の測定は、濁質除去のための前処理の方法によって結果値に相当のばらつきが生ずることが判明した。錆などにより混濁し、外観上色度が高く見えるときは、まず、みかけの色度としてそのまま色度を測定し、その後、遠心分離による色度を測定する。みかけの色度は、検査機関において整理保存(検査依頼の場合は、必要に応じて、依頼者に説明又は報告書にこの旨併記)することが望ましい。

(2) 濁度の測定では、概ね良好な結果が得られたので、引き続き現状の精度を維持する。

(3) 亜硝酸性窒素の測定は、吸光光度法による場合は特に問題はなかった。イオンクロマトグラフ法による場合は、機器の感度等性能の違いにより測定結果が変動するので、特に検出限界値付近の測定には配慮が必要である。

(4) 鉛の測定は、原子吸光光度法(フレイムレス)による場合、原子化温度等測定条件により測定結果が変動するので、機器の測定条件が最適であることを点検確認した上で測定する。また、併せて空試料の測定を行うこと。

(5) トリクロロエチレン及びテトラクロロエチレンの測定では、概ね良好な結果が得られたので、引き続き現状の精度を維持する。

(6) 糞便性大腸菌群の計測は、概ね良好な結果が得られたが、今後とも、正確な培養条件及び集落の数の数え方には十分な注意を払い検査する。

文 献

- 1) 柿本 均・加藤充哉・矢田峯子・西川孝蔵・川端芳美:石川衛公研年報, 26, 307—319 (1989)
- 2) 澤田道和・柴野 昭・大西道代:石川保環年報, 31, 226—237 (1994)
- 3) 平成4年12月21日衛水第264号厚生省水道環境部長通知
- 4) 厚生省生活衛生局・水道環境部監修:上水試験方法 1993年版, 日本水道協会, 東京 (1993)

〔資 料〕

環境保全に関する県民意識調査

石川県保健環境センター化学物質・大気科学部

横山 暢・山原 敏
湯浅 道世・桐元 俊武

キーワード：環境問題，環境保全意識，環境行政，経済的負担，環境情報

1 はじめに

近年，環境問題は，ゴミを始めとする家庭を取り巻く問題から地球温暖化，オゾン層破壊に至るまで多岐に渡っており，関心も高まっている。

これらの問題に対処するためには個人個人の認識と行動が不可欠であり，行政には環境保全に関する的確で素早い情報の提供が求められている。

今回の調査は家庭における環境保全意識と行動の現状を把握することを目的とした。

2 調査方法

対象……七尾市，輪島市，松任市，辰口町の40歳以上の男女，2,000名

調査方法……アンケート用紙を調査対象家庭に配布し，回答を郵便にて返送

調査期間……平成11年2月1日～2月15日

抽出方法……電話帳からの無作為抽出

3 調査結果と考察

環境問題に対しては幅広い関心が寄せられているが特に廃棄物問題や温暖化・オゾン層破壊など話題となっている事例への関心が高い（図1）。

環境問題の主な原因は個人個人の行動と企業活動の両方との意見が過半をしめ，次いで個人個人の行動が約3割である（図2）。

環境保全に対してどのような行動をとるべきかについては自分から行動すべきと7割の人が考えているが，国・自治体の対策を求めるとの意見も半数を超えている（図3）。

普段の行動における省エネ省資源については，節水，節電及び灯油・ガスの節約ともに行っている割合が高い（図6-1-1，6-2-1，6-3-1）。しかし，その理由としては経済的な側面が強い（図6-1-2，6-2-2，6-3-2）。同様に，節約の方法についても経済的負担が必要な方法より日常のちょっとした努力による方法が多くとられている（図6-1-3，6-2-3，6-3-3）。

また，日常生活用品購入や低公害車購入についての意識にも環境保全に対する新たな経済的負担への抵抗感を見ることができる（図4，14）。

公共交通機関の利用は身近な環境保全の代表的な例であるが，実際に実行しているのは全体の3分の1であり，実行していると回答した人たちにあっても環境を考慮してと答えたのは1割に満たない（図6-4-1）。

環境保全に対する自己評価では，環境保全をよく行っているとしているとの回答が約3割と過半数を大きく下まわっている。このうち環境保全を行っていない理由と

表1 アンケートの概要

対象市町	アンケート数	回答数	回答者性別			回答率 (%)
			男	女	性別 無回答	
輪島市	500	214	92	116	6	42.8
七尾市	500	285	110	169	6	57
松任市	500	230	106	121	3	46
辰口町	500	275	129	144	2	55
計	2,000	1,004	437	550	17	50.2

A Research of Citizen's Consciousness on Environmental Preservation by Mitsuru YOKOYAMA, Satoshi YAMAHARA, Michiyo YUASA and Toshitake KIRIMOTO (Chemicals & Air Quality Science Department, Ishikawa Prefectural Institute of Public Health and Environmental Science)

しては「方法がわからない」、「面倒である」、「意識したことがない」との答えが多い(図7, 8)。

環境保全の情報提供や意識向上のために国、自治体が行っている施策等(「石川県環境基本計画」、「環境家計簿」、「県民環境講座」、「エコクッキング」、「アイドリングストップ」)の認知度は低く、「名称のみ知っている」、「名称も内容も知らない」が、合わせて回答の8割を占める状態である(図9, 10, 11, 12)。ただし、メディア等での周知が広く図られた「アイドリングストップ」の認識は全体の4割と若干高くなっている(図13)。

地域での環境にやさしい行動には多くの人が参加しているが、地域の環境ボランティア団体を知っている人は少なく、積極的に参加を希望している人は全体の1割程度である(図15, 16, 17)。

環境についてどのような仕組みがあればよいと考えるかについては「環境相談窓口」や「環境出前講座」が多く求められており、「特になし」は2割で多くの人が情報の窓口を求めている(図18)。

これら結果については市町村、性別、家屋の所有状況、職業、年齢、車の所有台数、家族構成を基にクロス集計

を行ったが有意の差は認められない。

また、環境情報の認知度と家庭における環境保全行動の自己評価についてクロス集計を行ったところ、環境情報を知っている人ほど環境保全に積極的であることがうかがえる(図19)。

4 ま と め

現在行っている、省エネ・省資源の行動は家計の節約に結びつくものとして受け入れられている。日常生活用品購入や電気自動車、低公害車の購入についての意識にも見られるように経済的負担を負ってまでの環境保全には消極的である。

また、環境行政への関心の高さが環境保全の行動に結びついている傾向が見られるにもかかわらず、環境行政の民間への浸透がうまく図られていない。

アンケートからは環境についての情報を積極的に求める姿勢も見られることから、環境保全の行動を促すためにも国・自治体は環境情報提供のあり方を検討する必要があると考えられる。

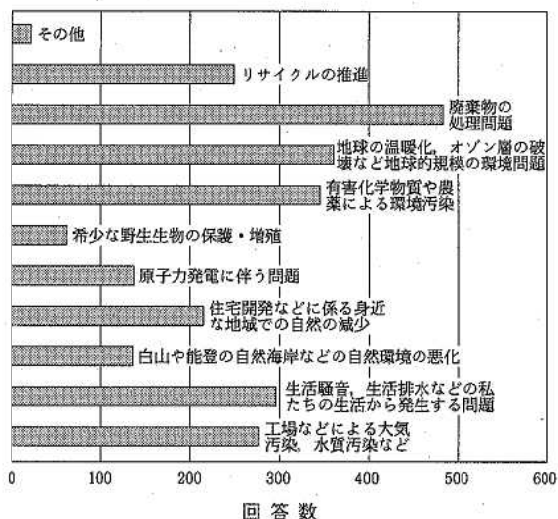


図1 環境問題への関心（3つまでの複数回答）

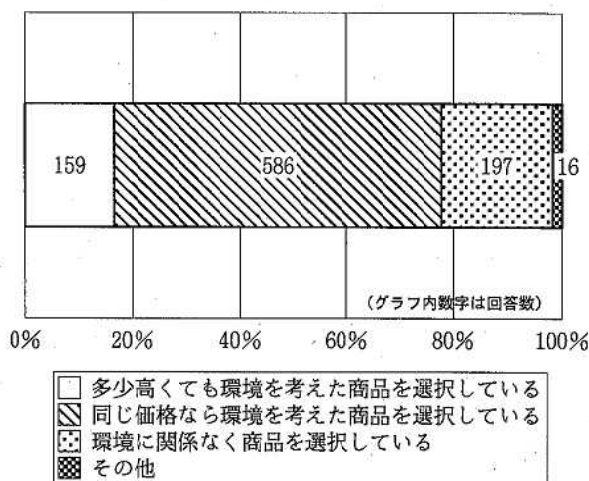


図4 日常生活商品を買う場合どのような視点で選択しているか

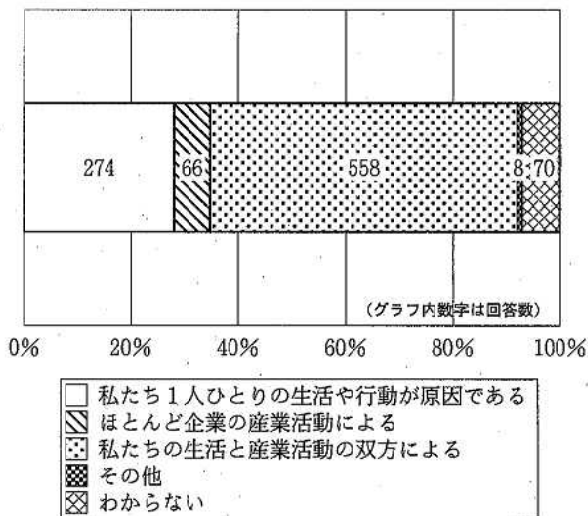


図2 環境問題の主な原因

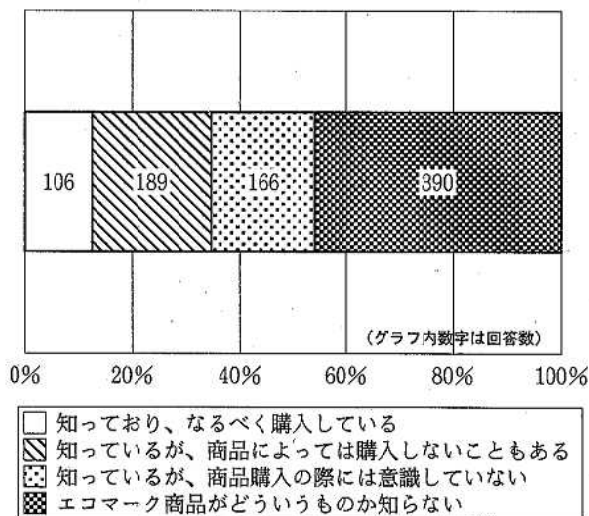


図5 エコマーク商品について

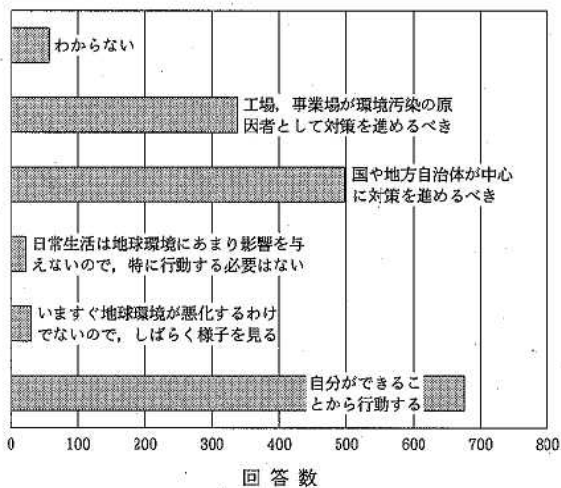


図3 地球環境保全のために、現在どのような行動をとるべきか（2つまでの複数回答）

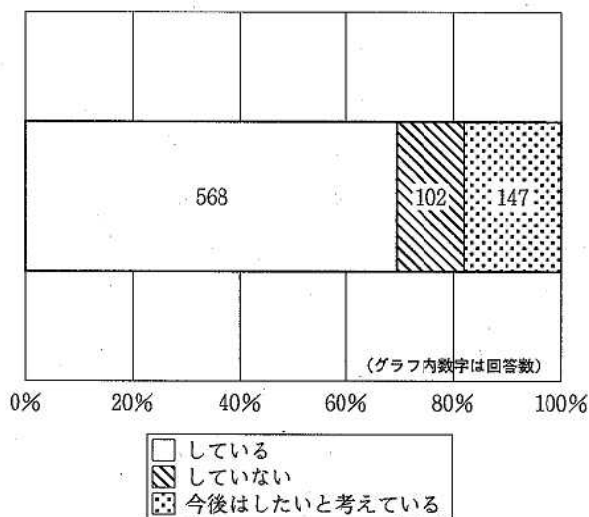


図6-1-1 ふだんの節水について

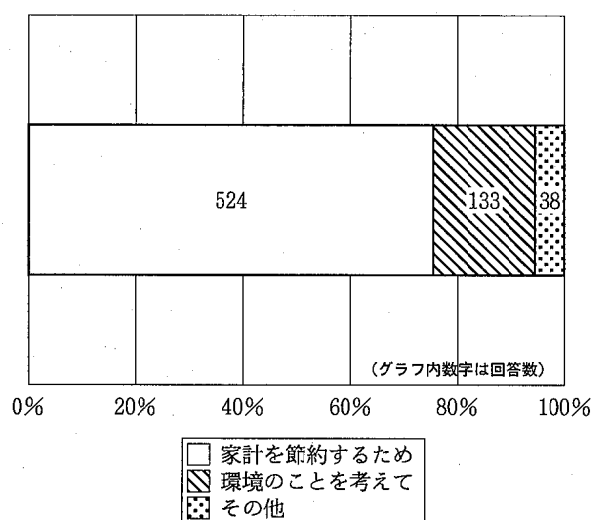


図 6-1-2 節水を「している」と答えた理由

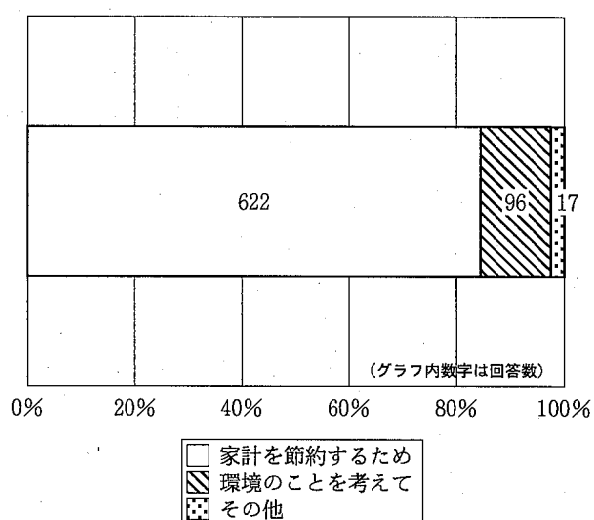


図 6-2-2 節電を「している」と答えた理由

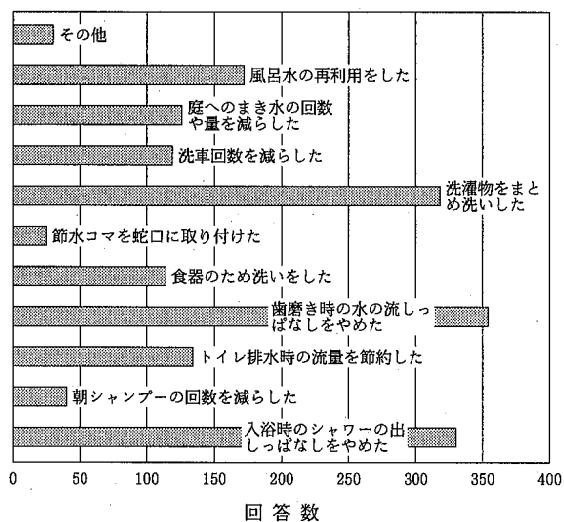


図 6-1-3 具体的な節水方法 (複数回答)

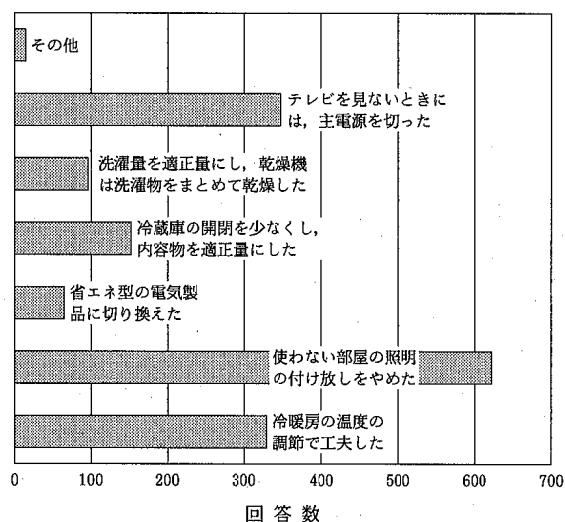


図 6-2-3 具体的な節電方法 (複数回答)

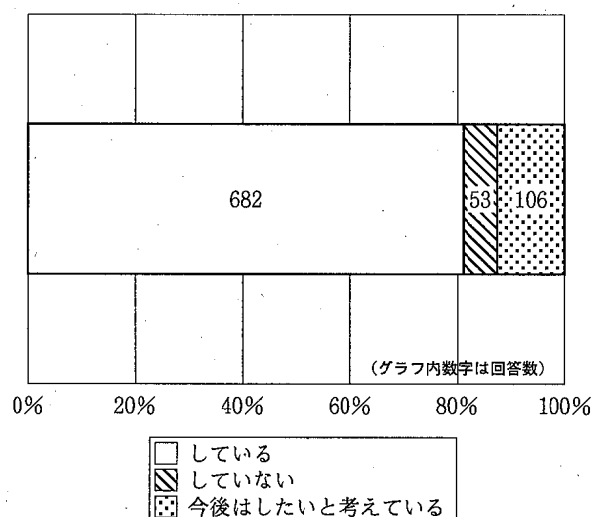


図 6-2-1 ふだんの節電について

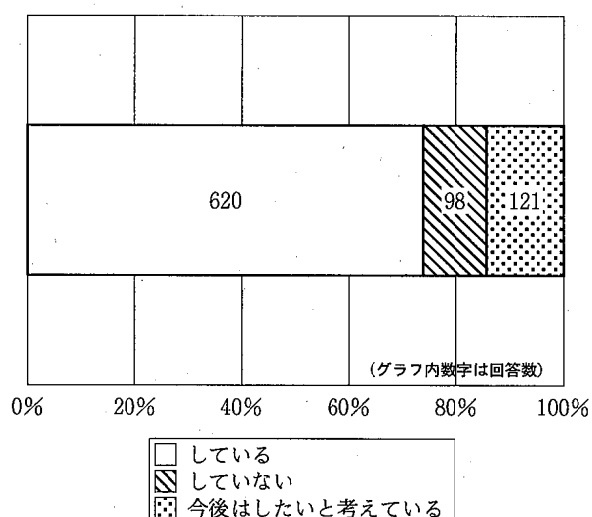


図 6-3-1 ふだんの灯油・ガスの節約について

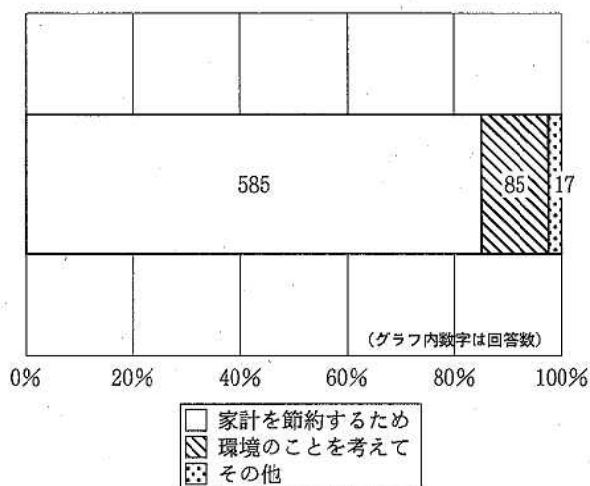


図6-3-2 灯油・ガスの節約を「している」と答えた理由

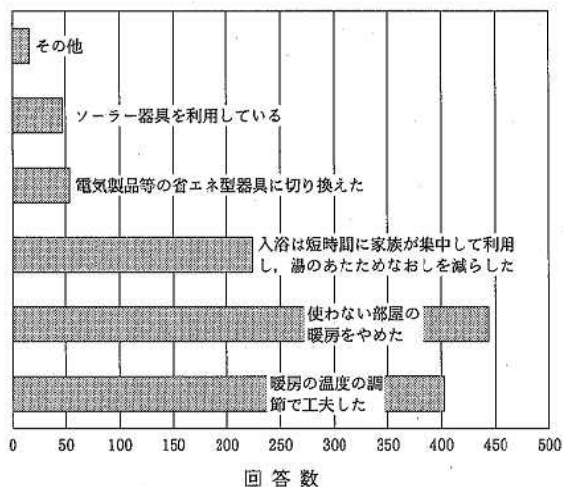


図6-3-3 具体的な灯油・ガスの節約方法(複数回答)

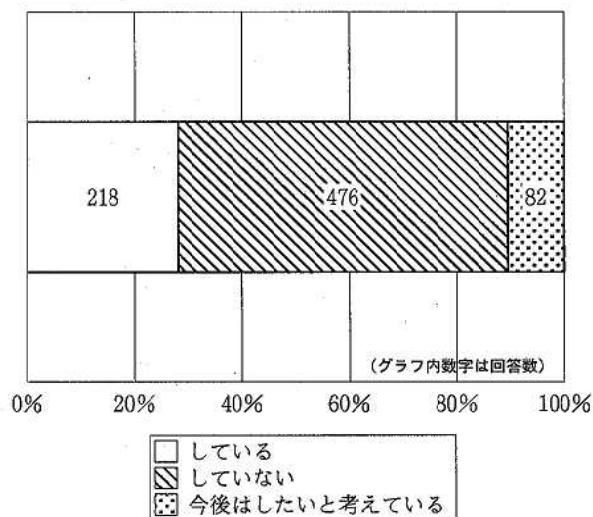


図6-4-1 公共交通機関の利用について

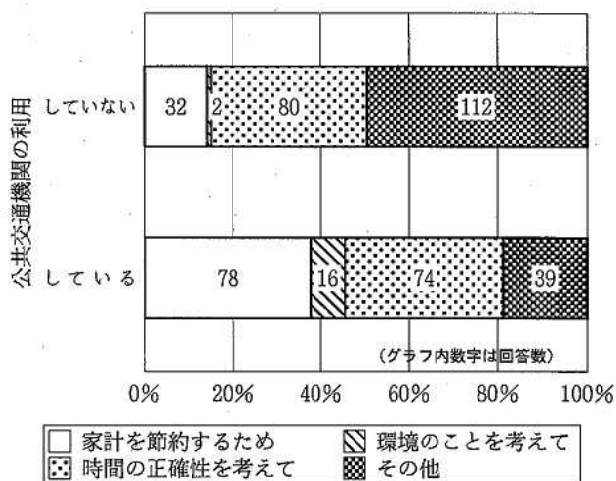


図6-4-2 公共交通機関を利用「している」もしくは「していない」と答えた理由

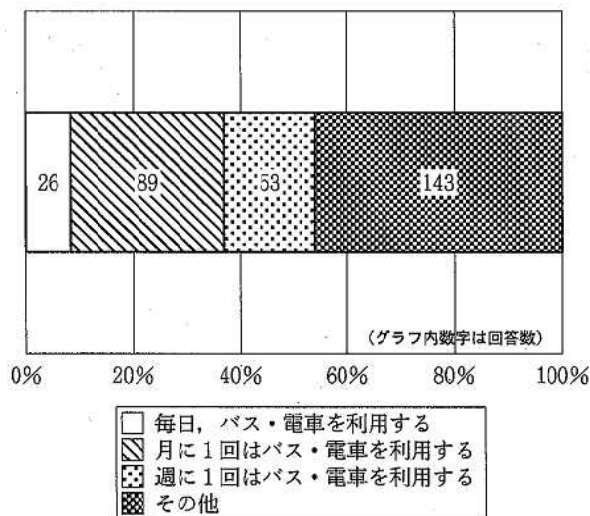


図6-4-3 具体的な公共交通機関の利用方法

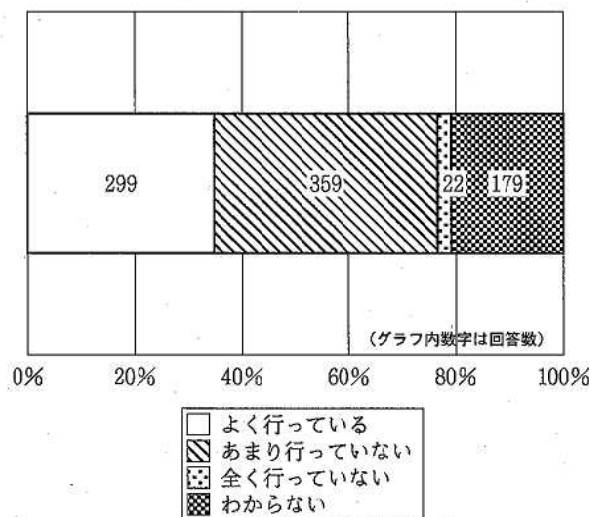


図7 家庭における環境保全に対する自己評価

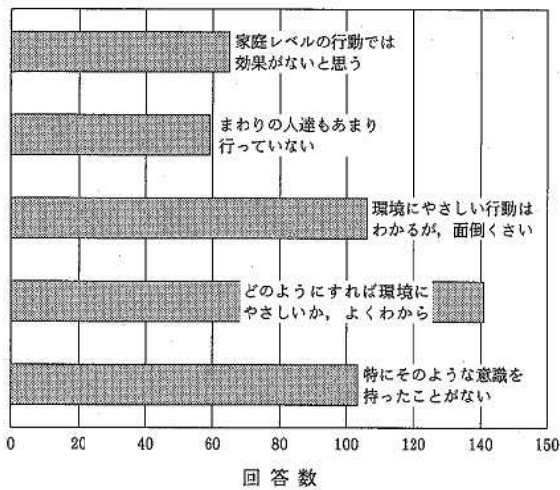


図8 環境保全の自己評価について「あまり行っていない」「全く行っていない」と答えた理由(複数回答)

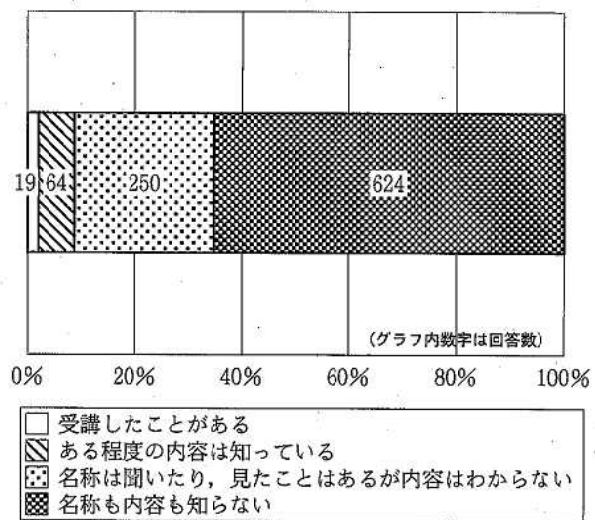


図11 「県民環境講座」について

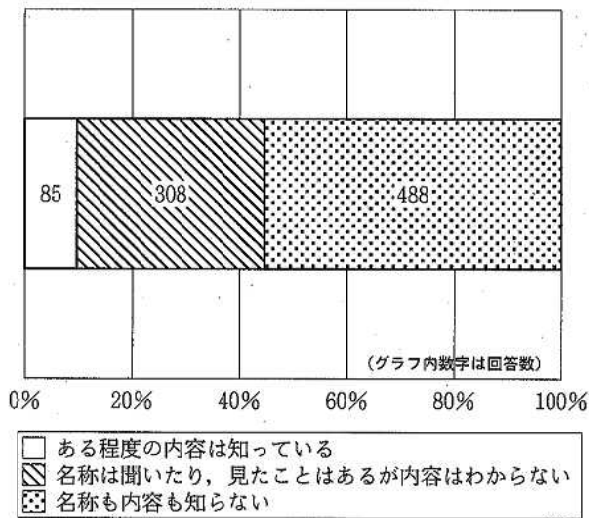


図9 「石川県環境基本計画」について

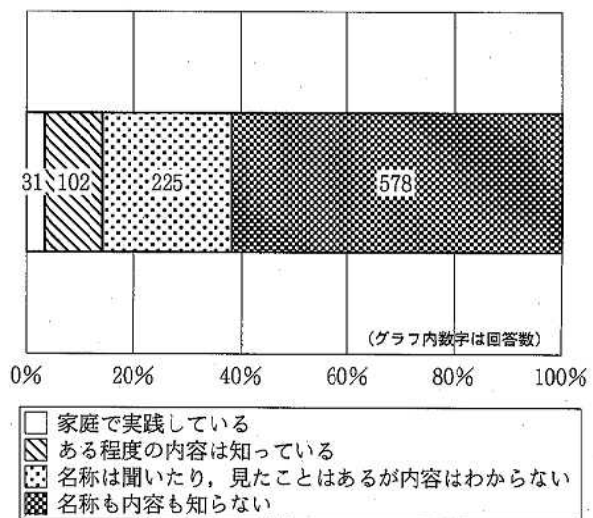


図12 「エコクッキング」について

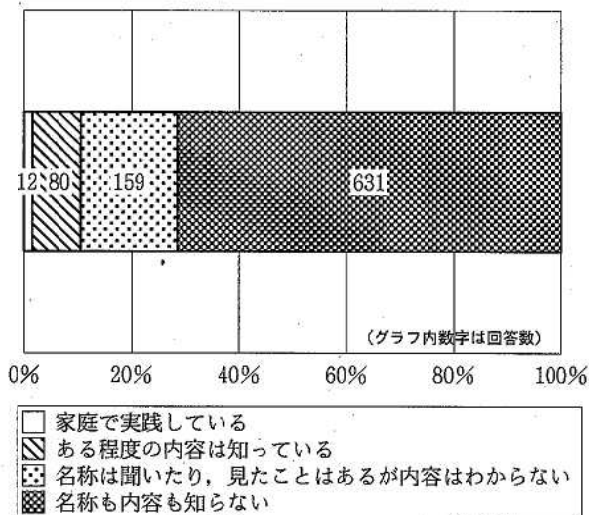


図10 「環境家計簿」について

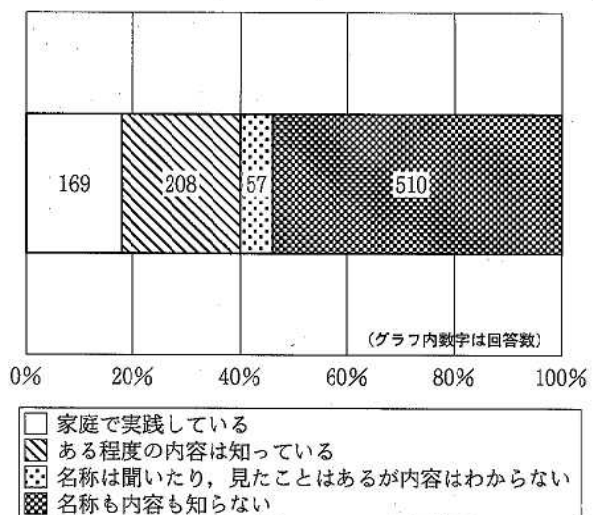


図13 「アイドリングストップ」について

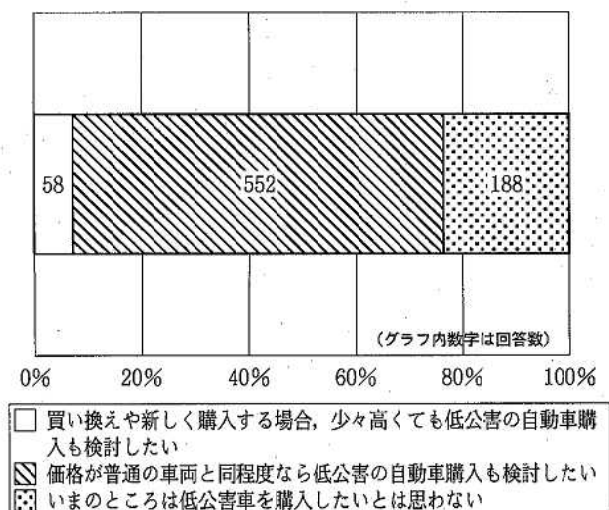


図14 電気自動車など低公害の自動車について

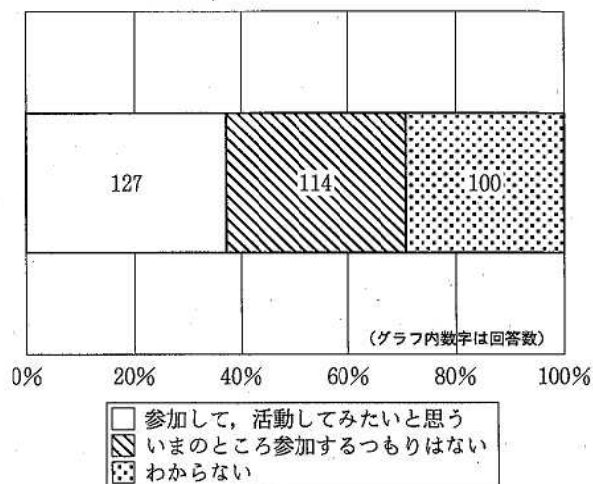


図17 環境ボランティア団体について「知っている」と回答した人の意識

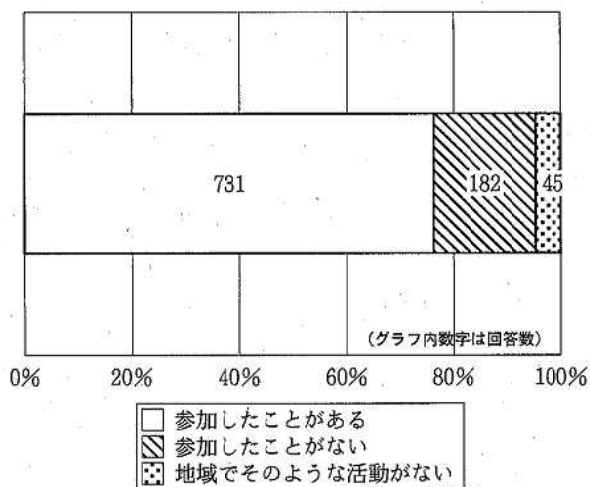


図15 地域や校下での環境にやさしい行動（廃品回収、海や川の清掃、植樹等）への参加について

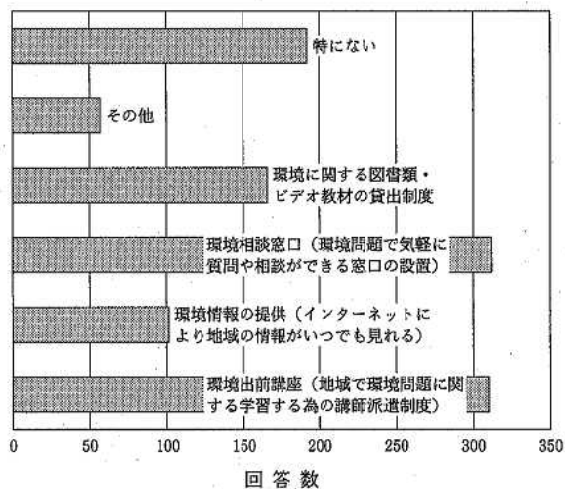


図18 環境に親しんだり、学んだり、様々な情報を入手するための仕組みについて（2つまで複数回答）

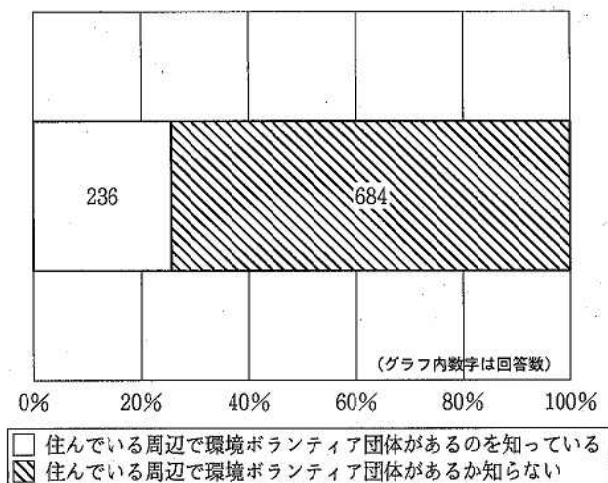
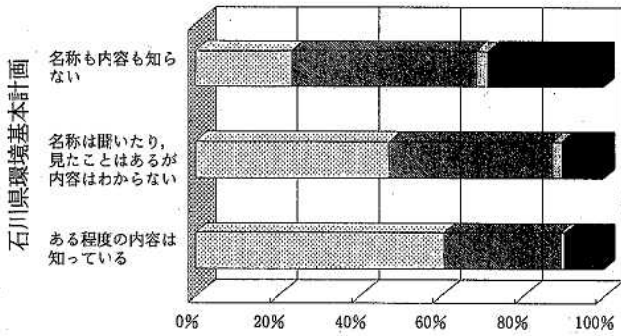
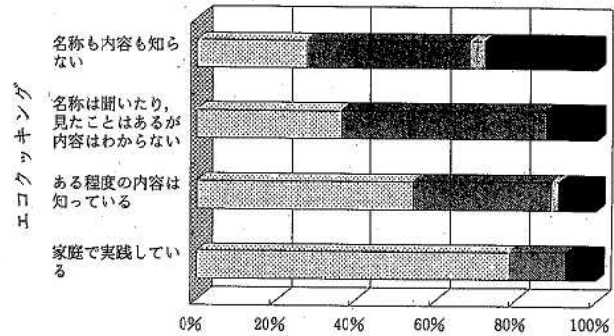
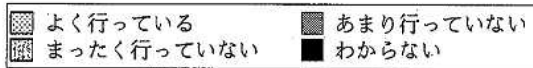


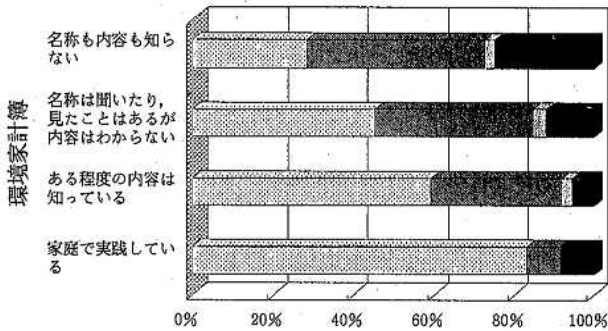
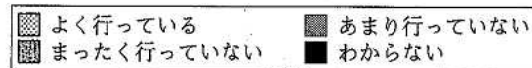
図16 環境ボランティア団体（NGO、NPO）について



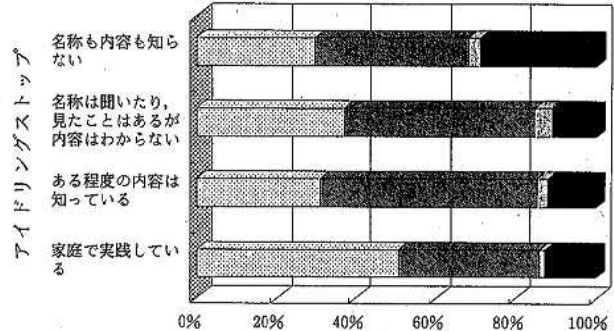
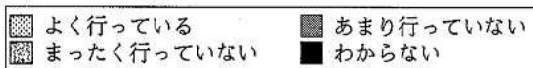
環境保全に対する自己評価



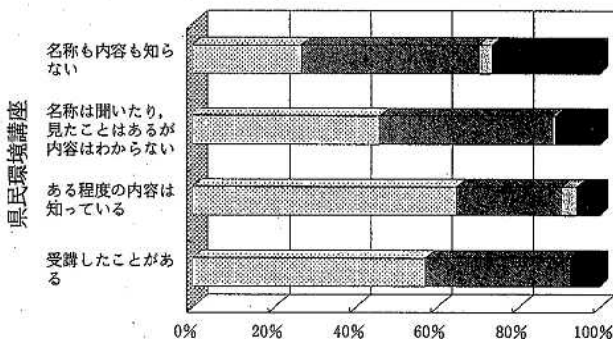
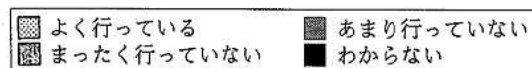
環境保全に対する自己評価



環境保全に対する自己評価



環境保全に対する自己評価



環境保全に対する自己評価

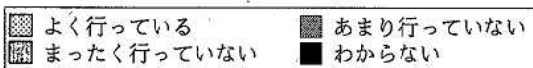


図 19 環境施策認知度と環境保全に対する自己評価

〔資 料〕

石川県沿岸域における有機塩素系農薬に関する調査結果

石川県保健環境センター化学物質・大気科学部 平尾 真規子・岡 秀 雄・坂本 藤 夫

キーワード：DDD 等，ムラサキイガイ，内分泌攪乱作用

1 はじめに

近年，極微量で内分泌攪乱作用を引き起こし，人の健康に影響を与える恐れがあると指摘されている化学物質として，内分泌攪乱物質が国際的にも国内においても大きな社会問題となってきた。内分泌攪乱物質と疑われている化学物質は，野生生物や人への影響についての因果関係が不明確なものが多く，それらにより引き起こされると思われる健康影響が多岐にわたることから，人と化学物質との関わりをめぐる，広く議論がなされているところである。内分泌攪乱物質として環境中への拡散が知られているもののうち代表的なものに，エストロゲン様作用を示す物質として以前より知られている DDT に代表される有機塩素系の殺虫剤がある。この化合物の多くは，分解しにくく，しかも生体内に濃縮され蓄積するので消失速度が極めて遅いことが知られている。

本県では，内分泌攪乱作用を有すると疑われている化学物質を含む有機塩素系農薬16種について，本県沿岸域に生息する指標生物として有効なムラサキイガイ及び食用としてよく使われる養殖カキガイ中への汚染状況について調査したので，その結果を報告する。

2 調査方法

2・1 試料

1997年の3月，5月，7月，9月，12月，1998年の2月，6月，9月，1999年の2月にそれぞれ石川県沿岸域5ヶ所（加賀沿岸，金沢沿岸，富来沿岸，能都沿岸，珠洲沿岸）において採取したムラサキイガイ及び1997年2月と1998年2月に中島町の3地点と七尾市の1地点での市販の地元産の養殖カキガイを試料とした。ムラサキイガイの採取地点は図1に示した。

ムラサキイガイ及びカキガイのむき身の試料を水切り

した後，ミキサーで磨砕均質化して分析に供した。

2・2 試料溶液の調整

環境庁委託事業である生物モニタリング調査に関して環境庁が示した方法¹⁾に準じて試料溶液の調整を行った。

2・3 試薬および標準品

(1) op'-DDT, pp'-DDT, pp'-DDE, pp'-DDD, cis-クロルデン, trans-クロルデン, trans-ノナクロル, α -HCH, β -HCH, γ -HCH, デルドリン：和光純薬(株)製の残留農薬試験用

(2) op'-DDD, op'-DDE：ジールサイエンス(株)製の残留農薬試験用

(3) オキシクロルデン, cis-ノナクロル：環境庁の生

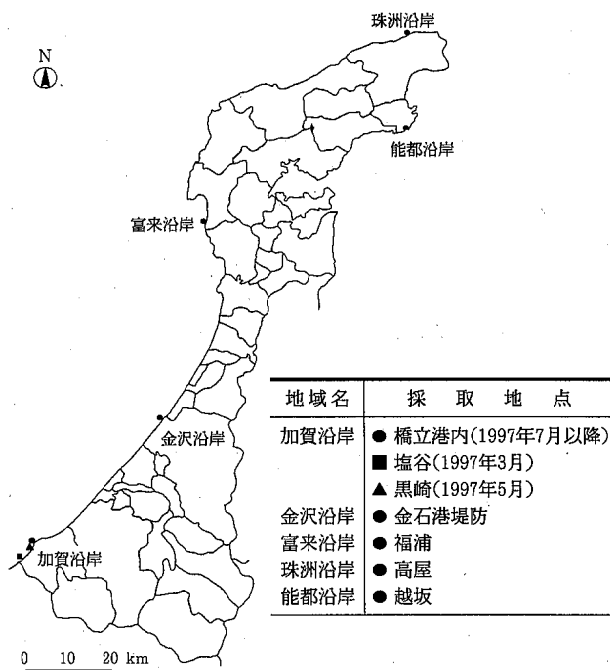


図1 分析用サンプル（ムラサキイガイ）の採取地点

Survey of Organochlorine Pesticides on Ishikawa Prefectural Coast. by Makiko Hirao, Hideo Oka and Fujio Sakamoto (Chemicals & Air Quality Science Department, Ishikawa Prefectural Institute of Public Health and Environmental Science)

物モニタリング調査用標準品

- (4) HCB：東京化成(株)製の残留農薬試験用
- (5) 有機溶媒，無水硫酸ナトリウム：和光純薬(株)製の残留農薬試験用
- (6) フロリジールPR：和光純薬(株)製

2・4 測定機器と測定条件

前報²⁾に従った。

3 調査結果及び考察

3・1 ムラサキイガイ

調査期間に採取したムラサキイガイ中の有機塩素系農薬の分析結果は表1(1)~(5)のとおりである。ムラサキイガイ中の有機塩素系農薬は1998年6月の金沢沿岸及び1999年2月の能都沿岸(越坂)で採取した検体について、

ディルドリンが微量検出したほかはすべて検出されなかった。

環境庁は化学物質に関する環境調査³⁾として1978年度より魚類、貝類及び鳥類へのディルドリンの汚染状況を調査している。そのうち1996年度におけるディルドリンの魚類、貝類における検出範囲は0.001～0.071 $\mu\text{g/g}$ 湿重量でそれに比べて今回の本県沿岸での検出範囲は0.0011～0.0022 $\mu\text{g/g}$ 湿重量となり本県の今回の調査地点における最高検出濃度は1996年度の環境庁の化学物質に関する環境調査のそれに比べて1桁低いレベルであった。

微量に検出されたディルドリンは1971年に農薬として使用中止となりその後白蟻駆除剤として輸入されていたが1981年に化学物質の審査及び製造等の規制に関する法

表 1—(1) ムラサキイガイの分析結果 (加賀沿岸)

 $(\mu\text{g/g 湿重})$ [illegible]

表 1—(2) ムラサキイガイの分析結果 (金沢沿岸)

(μg/g 湿重)

[illegible]

$(\mu\text{g/g 湿重})$ [illegible] $(\mu\text{g/g 湿重})$ [illegible] $(\mu\text{g/g 湿重})$ [illegible]

表 2 カキガイの分析結果(中島町, 七尾市)

(μg/g 湿重)

物質名	中島町A地点		中島町B地点		中島町C地点		七尾市D地点	
	1997年2月	1998年2月	1997年2月	1998年2月	1997年2月	1998年2月	1997年2月	1998年2月
α-HCH	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
β-HCH	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
HCB	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
γ-HCH	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
オキシクロルデン	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
trans-クロルデン	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
o,p'-DDE	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
trans-ノナクロル	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
cis-クロルデン	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
ディルドリン	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
p,p'-DDE	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
o,p'-DDD	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
p,p'-DDD	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
cis-ノナクロル	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
o,p'-DDT	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
p,p'-DDT	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001

表 3 調査対象物質のうち内分泌攪乱作用を有すると疑われている化学物質の用途及び規制

物質名	用途	規 制 等
HCB	殺菌剤, 有機合成原料	1979年化審法一種, わが国では未登録, POPs
α, β, γ-HCH	殺虫剤	1971年失効・販売禁止
クロルデン	殺虫剤	1986年化審法一種, 1968年失効, 毒劇法, POPs
オキシクロルデン	クロルデンの代謝物	
trans-ノナクロル	殺虫剤	ノナクロルは本法未登録
DDT	殺虫剤	1981年化審法一種, 1971年失効・販売禁止, 食品衛生法, POPs
DDE and DDD	殺虫剤(DDTの代謝物)	わが国では未登録
ディルドリン	殺虫剤	1981年化審法一種, 1975年失効, 土壌残留性農薬, 毒劇法, 食品衛生法, 家庭用品法, POPs

備考 (1) 規制等の欄に記載した法律は, それらの法律上の規制等の対象であることを示す。化審法は「化学物質の審査及び製造等の規制に関する法律」, 毒劇法は「毒物及び劇物取締法」, 家庭用品法は「有害物を含有する家庭用品の規制に関する法律」を意味する。

(2) 登録, 失効, 本法未登録, 土壌残留性農薬は, 農薬取締法に基づく。

(3) POPs は, 「陸上活動からの海洋環境の保護に関する世界行動計画」において指定された残留性有機汚染物質である。

律の第一種特定化学物質に指定され, 使用は全面中止になった。しかしながらディルドリンは脂溶性が高く土壌残留性のある難分解性の化学物質であるため, 今回微量の検出が認められたのは土壌中に依然残留しているためと思われる。

参考として今回の調査物質のうち内分泌攪乱作用を有すると疑われている化学物質の用途及び規制等を表3に示した。

3・2 カキガイ

調査期間に購入したカキガイ中の有機塩素系農薬の分析結果は表2のとおりで調査対象4地点での市販の地元産のカキガイへの有機塩素系農薬の汚染は見られなかった。

4 ま と め

本調査では, 内分泌攪乱作用を有すると疑われている化学物質を含む16種の有機塩素系農薬について, 石川県沿岸域に生息するムラサキガイ及び養殖カキガイ中へ

の汚染状況を調査した。

その結果, 1998年6月の金沢沿岸及び1999年2月能都沿岸(越坂)で採取したムラサキガイに微量のディルドリンの検出が認められた以外はすべて検出されなかった。このためディルドリンについては今後も石川県沿岸域での汚染情報の推移を追跡していく予定である。

また, 今回の調査物質以外で内分泌攪乱作用を有すると疑われている化学物質についても同様の調査を行い石川県沿岸域での汚染状況を把握していきたいと思う。

文 献

- 1) 環境庁環境保健部保健調査室: 生物モニタリング調査マニュアル, 27-50, 東京(1987)
- 2) 平尾真規子, 塚林 裕, 蔵本和夫: 石川保環年報, 33, 159-163(1998)
- 3) 環境庁環境保健部環境安全課: 平成9年度版, 化学物質と環境, 178(1997)

〔資 料〕

県内 3 河川における微量有機化学物質の検索

石川県保健環境センター化学物質・大気科学部 北野 肇一

キーワード：微量有機化学物質，環境ホルモン，固相抽出法

1 はじめに

近年，微量化学物質による環境汚染，特に，環境ホルモンに係わる水生生態系の影響が懸念されている。このため，生息環境である水の中にいかなる有機化学物質が含まれているかを把握する目的で，ガスクロマトグラフ質量分析計（GC/MS）により県内河川水中における有機化学物質のスクリーニングを行った。

通常，一般環境水中に含まれる有機化学物質を分析する場合，試料を液液抽出し濃縮した後測定が行われる。しかし，液液抽出には，大量の試料（数ℓから10ℓ）を必要とした，抽出操作には種々の器具と時間を要することから迅速性に欠けていることが多い。そこで，固相抽出法，すなわち，2種類の固相カートリッジを用いて極性の違う有機化学物質を抽出する迅速な前処理方法を検討し，河川水中の化学物質の検索を行った。なお，今回は，梯川，犀川，御祓川の3河川水中に含まれている中沸点疎水性化学物質と水溶性化学物質について調査を行ったので報告する。

2 調査方法

使用した試料は県内の代表河川である3河川（梯川，犀川，御祓川）の河口付近で採取したものとした。試料の採取地点および採取日時は，表1のとおりである。

表1 試料の採取地点および採取日

河 川	採 取 地 点	採 取 日 時
梯 川	高 速 道 橋 脚	10年 3 月30日(月)
犀 川	普 正 寺 橋	10年 3 月30日(月)
御 祓 川	仙 対 橋	10年 3 月30日(月)

各河川水をガラス繊維ろ紙（GF/B）でろ過し，その

500ml を事前にアセトンでコンディショニングしてある固相カートリッジPS-2とAC-2にそれぞれ通した。各固相カートリッジをアセトン10mlで溶出し，窒素ガスで0.5mlまで濃縮後，GC/MS-SCAN法で検索した。測定条件は次のとおりである。

ガスクロマトグラフ：HP5890シリーズII

質量分析計：日本電子製SX102A

測定条件：Ultra 2 キャピラリーカラム

25m×0.32mm×0.52μm

オンカラム法

50°C—6°C/min—280°C

（ピーク時間2分）

MS ライブラリ：NIST/EPA/NIH Mass Spectral Database (1992版)

3 結 果

各河川水から検索された化学物質を表2と表3に示した。なお，固相カートリッジPS-2からは主に中沸点疎水性化学物質が抽出され，AC-2からは極性の高い水溶性化学物質が抽出される。

PS-2からの中沸点疎水性化学物質としては，梯川9物質，犀川9物質，御祓川15物質が検出され，御祓川が最も多く検出された。検索された物質は，洗剤や化粧品に使用されている界面活性剤，工業用の溶剤，樹脂や染料に使用されている可塑剤の成分が主なものであった。なお，環境ホルモン作用を有する疑いがもたれている物質，フタル酸ジエステルとビスフェノールAを検出したのが注目される。

AC-2からの水溶性化学物質としては，梯川11物質，犀川9物質，御祓川11物質が検出された。主な成分としては，可塑剤のほかに酸化防止剤や抗菌剤があげられる。

検出された化学物質を河川別でみると，梯川から20物

Survey on Organic Substances of 3 Rivers in Ishikawa Prefecture. by Keiichi KITANO
(Chemicals & Air Quality Science Department, Ishikawa Prefectural Institute of Public Health
and Environmental Science)

表 2 中沸点疎水性化学物質の検索結果

溶出時間 (min)	物 質 名	組 成 式 (質量数)	Cas No.	梯川	犀川	御蔵川	主 な 用 途
9. 08	1-Hexanol, 2-ethyl-	C 8 H18O (mw130)	104767			○	染料や樹脂の溶剤
10. 88	Ethane, 1, 1'-oxybis 2-ethoxy-	C 8 H18O3 (mw162)	112367			○	
17. 07	Propanoic acid, 2-methyl-, 2, 2-dimethyl-1- (2-hydroxy-1-meth...	C12H24O3 (mw216)	74367332			○	
17. 42	Androstane-3, 17-dione, 7, 12-bis (acetyloxy) -, (5. alpha., 7. al...	C23H32O6 (mw404)	77809100			○	
17. 55	Propanoic acid, 2-methyl-, 3-hydroxy-2, 4, 4-trimethylpentyl...	C12H24O3 (mw216)	74367343	○		○	
17. 79	Tetradecanoic acid, 2-hydroxy-	C14H28O3 (mw244)	2507553	○	○		化粧品, 界面活性剤, 石けん
17. 89	Aconitane-1, 7, 8, 14-tetrol, 20-ethyl-6, 16-dimeithoxy-4- (metho...	C26H41O8N (mw495)	50676216		○		
18. 47	1, 3-Dioxane, 5- (hexadecyloxy)-2-pentadecyl-, trans-	C35H70O3 (mw538)	34315349		○	○	可塑剤, 染料の混和物
19. 21	1, 2-Benzenedicarboxylic acid, dimethyl ester	C10H10O4 (mw194)	131113	○	○	○	
20. 85	4 (1H)-Pteridinone, 6-acetyl-2-amino-7, 8-dihydro-	C 8 H9O2N 5 (mw207)	4231087	○			
22. 00	1, 2-Benzenedicarboxylic acid, diethyl ester	C12H14O4 (mw194)	84662	⊕	⊕	⊕	可塑剤, 香料の保留剤
22. 43	1 Benzopyran-3, 4-b 1 benzopyran-12 (6H)-one, 6a, 12a-dihyd...	C19H18O6 (mw342)	3564850		○		
23. 83	1, 3, 5, 7, 9-Pentaethyl-1, 9-dibutoxypentasiloxane	C18H48O6Si 5 (mw500)	73420356			○	
24. 35	1-Tetradecanol	C14H30O (mw214)	112721			○	化粧品, クリーム
24. 50	Docosane, 5-butyl-	C26H54 (mw366)	55282161	○			
25. 78	1, 2-Bis (4-azulenyl) ethylene	C22H16 (mw280)	94154559			○	
28. 70	1, 2-Benzenedicarboxylic acid, bis (2-methoxyethyl) ester	C14H18O6 (mw282)	117828	○	○	○	可塑剤
31. 60	Phenol, 4, 4'- (1-methylethylidene) bis- (Bisphenol A)	C15H16O2 (mw228)	80057	⊕	⊕	⊕	エポキシ樹脂の可塑剤
37. 06	1, 2-Benzenedicarboxylic acid, di isooctyl ester	C24H38O4 (mw390)	27554263	○	○	○	レザー, ペーシトゾル, 可塑剤
40. 45	Ergost-22-en-3-one, (5. beta., 22E) -	C28H46O (mw398)	18865446		○		
40. 46	2, 6, 10, 14, 18, 22-Tetracosahexaene, 2, 6, 10, 15, 19, 23-hexamethyl...	C30H50 (mw410)	111024			○	医薬品, 界面活性剤等の中間体

注 1) ○ 検出した化学物質

注 2) ⊕ 検出したもののうち内分泌攪乱の疑いがある化学物質 (環境ホルモン) 環境庁中間報告1997年7月

表 3 水溶性化学物質の検索結果

溶出時間 (min)	物 質 名	組 成 式 (質量数)	Cas No.	梯川	犀川	御蔵川	主 な 用 途
5. 53	3-Hexene, 1-(1-ethoxyethoxy)-, (Z)-	C10H20O2 (mw172)	28069741	○			
5. 95	3-Pentanol, 2-chloro-4-methyl-, (R, R)-(+, -)-	C 6 H13OCl 1 (mw136)	74685464			○	
6. 00	3, 4-Hexanediol, 2, 5-dimethyl-	C 8 H18O2 (mw146)	22607110		○		
8. 39	Cyclohexanone, 4-methyl-	C 7 H12O (mw112)	589924	○			
8. 44	1-Hexanol, 2-ethyl-	C 8 H18O (mw130)	104767		○		染料や樹脂の溶剤
8. 45	1, 2-Cyclopentanediol, trans-	C 5 H10O2 (mw102)	5057998			○	
13. 29	Oxirane, octyl-	C10H20O (mw156)	2404446		○		
16. 00	Benzenemethanol, alpha.-4-methoxy-3-(phenylmethoxy) phe...	C30H31O4N (mw469)	56772044	○			
16. 05	Propanoic acid, 2-methyl-, 2, 2-dimethyl-1-(2-hydroxy-1-meth...	C12H24O3 (mw216)	74367332		○		
16. 05	Decanoic acid, 9-oxo-, methyl ester	C11H20O3 (mw200)	2575077			○	
16. 37	Eicosane	C20H42 (mw282)	112958	○			
16. 39	Propanoic acid, 2-methyl-, 3-hydroxy-2, 4, 4-trimethylpentyl...	C12H24O3 (mw216)	74367343		○		
17. 37	1, 3-Benzenedicarboxylic acid, dimethyl ester	C10H10O4 (mw194)	1459934			○	可塑剤
17. 39	Cytidine, 2'-deoxy-N-(trifluoroacetyl)-, 3', 5'-bis (trifluor...	C15H10O7N3F9 (mw515)	35221999	○			
17. 58	1, 2-Benzenedicarboxylic acid, dimethyl ester	C10H10O4 (mw194)	131113	⊕	⊕		可塑剤, 染料の混和物
17. 78	Phenol, 2, 6-bis (1, 1-dimethylethyl) - 4-methyl-	C15H24O (mw220)	128370	○		○	酸化防止剤
19. 36	1, 2-Benzenedicarboxylic acid, diethyl ester	C12H14O4 (mw222)	84662		○		可塑剤, 香料の保留剤
19. 37	2, 4-Imidazolidinedione, 1-(5-nitro-2-furanyl) methylene am...	C 8 H6O5N 4 (mw238)	67209	○			抗菌剤
19. 41	Spiro cyclopenta d-1, 3, 2-dioxaborin-4 (5H), 1'-cyclopentane...	C21H19O2B (mw206)	62238260			○	
19. 46	Benzenamine, 4, 4'-azobis N, N-diethyl-	C20H28N4 (mw324)	3588918	○			
20. 46	L-threonine, N-(phenylmethoxy) carbonyl-0-3, 4, 6-tri-O-ace...	C27H36O13N 2 (mw596)	23141517	○			
20. 53	Pregn-4-ene-3, 20-dione, 121-hydroxy-, (11. alpha.) -	C21H30O3 (mw330)	80751		○		石けん, 化粧品香料
22. 32	7-Acetyl-6-ethyl-1, 1, 4, 4-tetramethyltetralin	C18H26O (mw258)	88299			○	
22. 44	Epistephamsine	C21H27O6N (mw389)	52389158			○	
23. 58	1, 2-Benzenedicarboxylic acid, butyl 2-methylpropyl ester	C16H22O4 (mw278)	17851535	○	○	○	

注 1) ○ 検出した化学物質

注 2) ⊕ 検出したものうち内分泌攪乱の疑いがある化学物質 (環境ホルモン) 環境庁中間報告1997年 7 月

質，犀川から18物質，御祓川から26物質であり，水質汚染の大きい御祓川から最も多くの物質が検出された。梯川には抗菌剤，犀川には界面活性剤や溶剤，御祓川には可塑剤や酸化防止剤といった特徴的な化学物質が検出されたことから，流域にある汚染源の特質を把握するにあたって役立つものと考えられる。

参 考 文 献

- 1) 北野肇一，南由美子：石川保環年報，34，175—180 (1997)
- 2) 高橋保雄，中川順一，細川奈津子，浅野正博，森田昌敏：環境化学，5 (2)，207—214 (1995)
- 3) 佐藤健司，永富孝則，門上希和夫，花田喜文，篠原亮太：第29水環境学会年会講演集，427 (1995)

〔資 料〕

石川県におけるフォールアウト調査結果

(平成10年度)

石川県保健環境センター環境放射線部

堀 秀 朗・内田 賢 吾

玉 井 徹・泉 善 博

キーワード：フォールアウト，環境放射能，水準調査

1 はじめに

全国放射能監視ネットワーク（科学技術庁）の一員として、石川県におけるフォールアウト等による環境放射能の水準を把握するため、ゲルマニウム半導体検出器による核種分析を中心に放射能レベルを調査した。ここでは平成10年度の科学技術庁委託放射能調査の概要を述べる。

2 調査方法

2・1 調査試料

調査試料は定時（午前9時）採取の降水，大型水盤による降下物（1か月毎），陸水，土壌，農畜産物，海産生物，日常食及び空間線量率である。

2・2 測定方法

全ベータ測定は科学技術庁放射能測定法シリーズ「全ベータ放射能測定法」（昭和51年改訂）に基づき，測定器は低バックグラウンド自動測定装置 JDC-163（アロカ製）を使用した。校正線源として，科研製 U_3O_8 （500 dps）を使用した。核種分析は，科学技術庁放射能測定法シリーズ「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」（平成4年改訂）に基づいて，ゲルマニウム半導体検出器（CANBERRA 及び PGT 製）及び波高分析器（東陽テクニカ製 GENIE-2000）により測定した。また，サーベイメータによる空間線量率の測定には TCS-166型シンチレーションサーベイメータ（アロカ製）を用い，DBM 方式により測定した。モニタリングポストによる空間線量率の測定は，MAR-21型（ア

ロカ製）を使用し，科学技術庁放射能測定法シリーズ「連続モニタによる空間γ線測定法」に基づいて行った。

3 調査結果とまとめ

3・1 降水の全ベータ

調査期間（平成10年3月30日～平成11年4月2日）における降水の定時採取試料数は表1に示すように81検体であり，そのうち全ベータ放射能が検出されたのは1検体であった。月間降下量の最大値は1月の68.5MBq/km²であった。なお，表1の中で，計数誤差の3倍を下回る値については「N.D」（検出されず）と記した。

3・2 降下物

1か月毎の降下物中の放射能濃度は，カリウム-40が N.D～4.8MBq/km²，人工放射性核種のセシウム-137は N.D～0.07MBq/km² で，過去の測定値（セシウム-137： N.D～0.09MBq/km²）と同程度であったが，その他の人工放射性核種は検出されなかった（表2）。年間降水量は2,598mmであり，年間降下量はカリウム-40が22.7 MBq/km²，セシウム-137が0.07MBq/km²であった。なお，表2の中で計数誤差の3倍を下回る値については「N.D」（検出されず）と記した。

3・3 各種試料

表2に示すように陸水（蛇口水），土壌，精米，野菜，牛乳，日常食，海産生物についてはいずれも異常値は認められなかった。今年度，セシウム-137について土壌で 37.1Bq/kg 乾土（0～5 cm），19.0Bq/kg 乾土（5～20 cm），大根で0.057Bq/kg，日常食で0.047Bq/人・日，フクラギで0.20Bq/kg 生が検出された。他は検出限界未満であっ

Survey Data of Fall-out in Ishikawa Prefecture, from April 1998 to March 1999. by Syuhroh HORI, Kengo UCHIDA, Tohru TAMAI and Yoshihiro IZUMI (Environmental Radiation Department, Ishikawa Prefectural Institute of Public Health and Environmental Science)

た。これら試料のセシウム-137濃度は、いずれも過去の測定値(表2中の過去3年間の値参照)と同程度であった。

3・4 牛乳中のヨウ素131

表3に示すように、牛乳中のヨウ素-131はいずれも検出されなかった。なお、表3の中で計数誤差の3倍を下回る値については「N.D」(検出されず)と記した。

3・5 空間線量率

表4に示すように、サーベイメータによる空間線量率は88~98nGy/hであった。また、モニタリングポストによる空間線量率は30~84nGy/hであり、年平均値は51nGy/hであった。

これらのデータは、科学技術庁の委託を受けて行った環境放射能水準調査の成果の一部である。

表1 定時降水試料中の全ベータ放射能測定調査結果

採取年月	降水量 (mm)	降水の定時採取(定時降水)			
		放射能濃度(Bq/l)			月間降下量 (MBq/km ²)
		測定数	最低値	最高値	
平成10年4月	188	8		N.D	N.D
5月	283	8		N.D	N.D
6月	194	6		N.D	N.D
7月	166.5	4		N.D	N.D
8月	421	10		N.D	N.D
9月	335	7		N.D	N.D
10月	224	6		N.D	N.D
11月	281.5	7		N.D	N.D
12月	106	4		N.D	N.D
平成11年1月	110	10	N.D	4.15	68.5
2月	167	7		N.D	N.D
3月	122	4		N.D	N.D
年間値	2,598.0	81	N.D	4.15	N.D~68.5
過去3年間の値		285	N.D	5.85	N.D~205.8

表2 環境試料中の放射能濃度測定結果

試料名	採取場所	採取年月	検体数	¹³⁷ Cs		前年度まで過去3年間の値		その他の検出された人工放射性核種	単位
				最低値	最高値	最低値	最高値		
降下物	金沢市太陽が丘	毎月	12	N.D	0.07	N.D	0.09	なし	MBq/km ²
陸水 上水 (蛇口水)	金沢市太陽が丘	H10.6 H10.12	2		N.D		N.D	なし	Bq/l
土壌	0~5cm	金沢市末町	H10.7	1	37.1	18.7	45.1	なし	Bq/kg乾土
					1,760	1,080	2,190	なし	MBq/km ²
	5~20cm	金沢市末町	H10.7	1	19.0	17.8	21.9	なし	Bq/kg乾土
					3,060	3,170	4,410	なし	MBq/km ²
精米	金沢市御供田町	H10.10	1		N.D		N.D	なし	Bq/kg精米
野菜	大根	金沢市西念町	H10.10	1	0.057	N.D	0.033	なし	Bq/kg生
	ホウレン草	金沢市西念町	H10.10	1	N.D	N.D	0.046	なし	
牛乳	羽咋郡押水町	H10.8 H11.2	2		N.D		N.D	なし	Bq/l
日常食	金沢市・吉野谷村	H10.6 H10.12	4	N.D	0.047	N.D	0.12	なし	Bq/人・日
海産生物	ワカメ	鳳至郡門前町	H10.4	1	N.D		N.D	なし	Bq/kg生
	サザエ	鳳至郡門前町	H10.5	1	N.D		N.D	なし	
	フクラギ	鳳至郡門前町	H10.9	1	0.20	0.22	0.30	なし	

表3 牛乳中の¹³¹I濃度測定結果

採取場所	羽咋郡押水町字坪山ナ部93-2 石川県畜産総合センター						前年度まで過去3年間の値	
採取年月日	H10.5.7	H10.7.14	H10.9.17	H10.11.11	H11.1.20	H11.3.4	最低値	最高値
放射能濃度(Bq/l)	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D		N.D

表4 空間線量率モニタリング結果

測定年月	モニタリングポスト (nGy/h)			*1 サーベイメータ (nGy/h)
	最低値	最高値	平均値	
平成10年4月	47	66	52	94
5月	47	84	53	98
6月	47	64	52	98
7月	47	74	51	98
8月	48	71	53	92
9月	48	60	54	96
10月	47	64	51	94
11月	46	77	51	98
12月	46	75	50	96
平成11年1月	30	78	45	88
2月	35	78	47	92
3月	46	70	52	90
年間値	30	84	51	88～98

*1) 宇宙線寄与分30nGy/hを含む。

〔資 料〕

環境放射線バックグラウンド調査結果

(平成10年度)

山岸 喜信・玉井 徹・堀 秀朗

石川県保健環境センター環境放射線部

内田 賢吾・吉田 弘・桝田 武史

泉 善博

キーワード：環境放射線，天然放射性核種，人工放射性核種，核種分析

1 はじめに

志賀原子力発電所に係る環境放射線監視事業においてはこれまでに問題となるデータは出現していない。しかし、過去に発電所起因とは考えられないがホンダワラから人工放射性核種のヨウ素131が検出されたこともあり、また松葉や土壌中の核種分析において過去のフォールアウトであるセシウム137が測定地点がそれほど離れていない場合でも測定値に大きな差が見られる等、環境放射線のバックグラウンドレベルの把握という観点からは幾つかの疑問が残されている。そこで平成10年11月から3年間を目途に県下全域を対象として海域ではホンダワラ、海水を陸域では松葉、土壌を対象に環境放射線のバックグラウンドレベルを把握するための調査を進めることとした。本資料は平成10年度の測定値の概要と今後の調査を進める上で幾つかの知見を得たのでそれらをまとめたものである。

2 調査方法

2・1 調査試料

(1) 海洋試料

ホンダワラとその採取場所の海水を、それぞれ10海域18地点で採取し、ホンダワラは約2kgを海水は20ℓを採取して試料とし、ヨウ素131やセシウム137の把握を行った。(図1参照)

(2) 陸上試料

晴れの続く日を選び、松葉は1年葉を約2kg、その

成育土壌を周辺の5地点から深度0～5cmと5～25cmの2層の試料に分けて採取し、それぞれ5地点分を混合調製して(採取器具は直径7.5cmの長さ5cmと25cmの鉄製のパイプを使用)県内10地点での、セシウム137や天然放射性核種のカリウム40の把握を行った。(図2参照)

2・2 測定方法

核種分析は科学技術庁放射能測定法シリーズ「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」(平成4年改訂)に基づいてゲルマニウム半導体検出器(PGT製)及び波高分析器並びにデータ処理解析システム(東陽テクニカ製)により80,000秒測定した。

(1) ホンダワラは約1kgをヨウ素131はそのままマリネリ容器にて測定する。セシウム137、カリウム40は450℃で灰化後U8容器に約50g程詰め測定する。

(2) 海水は20ℓを塩酸約20mlで酸性にしてリンモリブデン酸アンモニウム(AMP)を10g加え、2～3時間攪拌し、一晚静置後メンブランフィルター(5μm)で濾過し、回収したAMPをU8容器に移し、乾燥機(55℃)で乾燥後測定する。

(3) 松葉は約2kgを450℃で灰化後U8容器に約50g程詰め測定する。

(4) 土壌は根、石等を取り除き2mmメッシュのフルイを用いて乳鉢で崩しながらフルイ分けする。2mmメッシュ以下のものをU8容器に約50g程詰め、測定まで約1ヵ月程度置き、放射平衡になるのを待って測定する。

Survey on Radionuclides in Environmental Samples in Isikawa Prefectur. by Yoshinobu YAMAGISHI, Tohru TAMAI, Syuhroh HORI, Kengo UCHIDA, Hiroshi YOSHIDA, Takeshi MASUDA and Yoshihiro IZUMI (Environmental Radiation Department, Ishikawa Prefectural Institute of Public Health and Environmental Science)



図1 ホンダワラ及び海水の採取地点

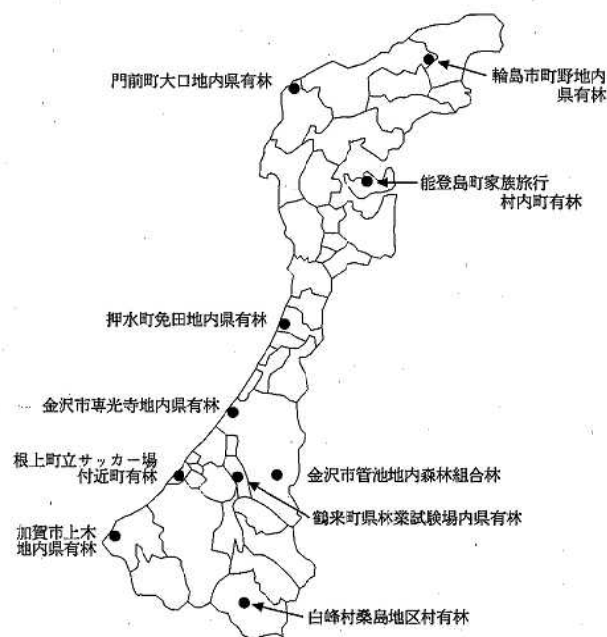


図2 松葉及び土壌の採取地点

3 調査結果及び考察

3・1 海洋試料の調査結果

海洋試料の調査結果は表1のとおりであった。

(1) ホンダワラについては誤差の3倍以上でセシウム137が検出されたのは1998.12.1採取の七尾市大泊の1検体(0.13Bq/kg生)だけであった。ヨウ素131については全ての地点で検出されなかった。カリウム40は160~600Bq/kg生の濃度範囲で検出されたが、同一地点でのホンダワラについては1回目と2回目の濃度は内灘町河北潟放水路防波堤付近のものを除いては概ね近似していた。

(2) 海水についてはセシウム137が1.4~3.4mBq/lの濃度範囲で検出された。最大値は1999.3.28採水の能都町鶴川であり、最小値は1999.1.19採水の羽咋市滝港であった。また、18地点35回採水の平均値は2.13mBq/lであった。

(参考) 科学技術庁による石川海域のセシウム137の濃度範囲(4地点の調査による)は平成9年度の調査結果では2.8~3.2mBq/lである。今回の測定結果と少し差が認められるが、採水地点の違い(海岸から20~30mで水深2~3mの海面と海岸から20~30km沖で水深120~200mの海面)に原因があると考えられる。

3・2 陸上試料の調査結果

陸上試料の調査結果は表2のとおりであった。

(1) 松葉のセシウム137の濃度範囲はND~1.4Bq/kg生であり、採取地点による差が大きい。また松葉のセシウム137の濃度については金沢市専光寺地内、金沢市菅池地内及び押水町免田地内の土壌のセシウム137濃度が輪島市町野地内と同等かより高いのに松葉のセシウム137濃度がNDであった。松葉のカリウム40の濃度範囲は69~91Bq/kg生で地域差も少ない。

(2) 土壌のセシウム137の濃度範囲は上層の0~5cm層はND~85Bq/kg乾土、平均は26.7Bq/kg乾土であった。下層の5~25cm層はND~61Bq/kg乾土、平均は12.1Bq/kg乾土であった。傾向としては表層が下層よりも濃度が高いが、採取地点によっては同等かあるいは逆の場合もあった。土壌のセシウム137の濃度については白峰村桑島地区の分析結果の様にカリウム40の結果も合わせて考えるとこの結果は取り付け道路造成時に従来の斜面表面の土壌が掘削されたことを示している。またカリウム40の濃度範囲は上層の0~5cm層は71~1,100Bq/kg乾土、最大値は白峰村桑島法面下部であり、最小値は輪島市町野であった。平均は497Bq/kg乾土であった。下層の5~25cm層は81~1,100Bq/kg乾土であり、同じく最大値は白峰村桑島法面下部であり最小値は輪島市町野であった。平均は523Bq/kg乾土であった。最大値、最小値を示した2地点以外については、カリウム40の濃度範囲は平均値の約2割、±100Bq/kg程度に収まっていた。

表 1 ゲルマニウム半導体検出器による核種分析結果(ホンダワラ・海水)

単位: Bq/kg-生(ホンダワラ), Cs-137はmBq/L(海水)

海 洋 試 料	採 取 年 月 日	ホ ン ダ ワ ラ			海 水
		K-40	Cs-137	I-131	Cs-137
加 賀 市 橋 立 ①	1998/11/30	400	ND	ND	3.1
	1999/03/31	410	ND	ND	1.9
加 賀 市 橋 立 ②	1998/11/30	400	ND	ND	1.7
	1999/03/31	520	ND	ND	2.3
内 灘 町 河 北 湯 放 水 路	1998/11/30	160	ND	ND	2.1
	1999/03/02	480	ND	ND	1.7
羽 咋 市 柴 垣	1998/12/18	380	ND	ND	1.5
	1999/03/02	330	ND	ND	2.3
羽 咋 市 滝 港	1999/01/19	340	ND	ND	1.4
	1999/03/02	340	ND	ND	2.1
門 前 町 鹿 磯 (長 門)	1999/01/18	390	ND	ND	2.6
	1999/03/24	400	ND	ND	2.1
門 前 町 鹿 磯 (平 島)	1999/01/18	460	ND	ND	2.0
	1999/03/24	410	ND	ND	2.8
輪 島 市 鶴 入 (ヒ ト ウ チ)	1999/03/05	390	ND	ND	1.8
	1999/04/05	—	—	—	—
輪 島 市 鶴 入 (ソ ウ ソ ウ)	1999/03/05	350	ND	ND	1.8
	1999/04/05	380	ND	ND	2.1
輪 島 市 曾 々 木	1999/02/16	410	ND	ND	2.5
	1999/03/29	390	ND	ND	2.9
内 浦 町 赤 崎 ①	1999/01/05	370	ND	ND	1.7
	1999/03/29	340	ND	ND	2.9
内 浦 町 赤 崎 ②	1999/01/05	410	ND	ND	2.3
	1999/03/29	310	ND	ND	2.3
能 都 町 (鶴 川)	1999/01/06	400	ND	ND	2.3
	1999/03/28	200	ND	ND	3.4
能 都 町 (七 見)	1999/01/06	410	ND	ND	2.7
	1999/03/28	300	ND	ND	1.8
穴 水 町 (イ ナ ヘ ズ ミ)	1999/01/26	310	ND	ND	2.6
	1999/03/20	280	ND	ND	1.6
穴 水 町 (岩 車)	1999/01/26	260	ND	ND	1.9
	1999/03/20	260	ND	ND	1.5
七 尾 市 (佐 々 波)	1998/12/01	400	ND	ND	1.8
	1999/03/20	600	ND	ND	1.8
七 尾 市 (大 泊)	1998/12/01	370	0.13	ND	2.1
	1999/03/26	300	ND	ND	2.2
最 大 値		600	0.13	ND	3.4
最 小 値		160	ND	ND	1.4
平 均 値		367		ND	2.13

表 2 ゲルマニウム半導体検出器による核種分析結果（松葉・土壌）

単位：Bq/kg-生（松葉），Bq/kg 乾土（土壌）

陸 上 試 料	採取年月日	K-40			Cs-137		
		松 葉	土壌(0～5cm)	土壌(5～25cm)	松 葉	土壌(0～5cm)	土壌(5～25cm)
加 賀 市 上 木	1998/11/14	78	540	580	0.69	85	8.1
	1999/02/01	78	550	540	1.4	35	3.8
根 上 町 山 口 町	1998/11/14	91	550	570	0.18	20	17
	1999/01/19	80	540	540	0.15	18	21
金 沢 市 専 光 寺	1998/11/05	85	600	590	ND	ND	1.7
	1999/01/19	81	620	600	ND	1.1	2.5
金 沢 市 菅 池	1998/11/05	83	430	430	ND	8.5	0.7
	1999/03/04	85	390	350	ND	19	8.1
鶴 来 町 三 宮 町	1998/11/04	91	630	750	0.023	77	38
	1999/03/04	72	540	680	0.030	70	21
白 峰 村 桑 島	法面下部	1998/11/04	90	990	—	0.071	4.7
		1999/03/19	69	1,100	0.041	4.5	2.0
	法面上部	1998/11/04	—	99	—	69	—
		1999/03/19	—	84	—	57	61
押 水 町 免 田	1998/11/14	72	640	690	ND	2.8	0.9
	1999/01/06	80	630	690	ND	2.1	0.7
能 登 島 町 牧 山	1998/12/04	81	420	310	0.030	5.4	6.3
	1999/02/15	83	340	290	0.026	6.5	5.3
門 前 町 大 口	1998/12/04	81	530	470	0.13	23	14
	1999/01/18	79	540	560	0.086	25	17
輪 島 市 町 野	1998/12/04	78	71	71	0.076	ND	1.9
	1999/03/05	73	100	210	0.064	1.3	ND
最 大 値		91	1,100	1,100	1.4	85	61
最 小 値		69	71	81	ND	ND	ND
平 均 値		81	497	523	0.214	26.7	12.1

これらの結果から松葉と土壌のセシウム137濃度の相関は土質や植物生理、自然環境等の複雑な影響を受けるものと考えられる。

以下陸上試料について調査地点毎の特徴について述べる。

〔加賀市上木地内県有林〕

砂地の松林で今回の調査地点の中では、松葉、表層の土壌ともセシウム137の濃度が最高値を示した。表層土壌のセシウム137濃度は下層土壌の約10倍であった。

〔白峰村桑島地区村有林〕

国道より高台にある恐竜館への取り付け道路沿いの斜面の松葉と土壌及び、法面上部の平坦部の土壌を採取した。土壌のセシウム137の濃度については法面上部（0～5cm）が2回の測定結果の平均では今回の表層土壌

の中では最高値を示した。また2回とも法面上部の土壌が斜面の土壌の12～14倍となった。カリウム40については法面上部の土壌濃度が低く、斜面の土壌の1/11程度であった。斜面の松葉のセシウム137濃度は斜面表層土壌濃度の約1/90程度である。

〔根上町サッカー場付近町有林〕

海岸まで約50mだが砂地ではなく、むしろ土質に近い。表層土壌と下部土壌の濃度差はあまりなく、松葉のセシウム137濃度は表層土壌濃度の約1/110程度である。

〔鶴来町県林業試験場内〕

場内作業用道路沿いの樹齢10年以上の松葉とその周辺の土壌を採取した。土壌のセシウム137の濃度については表層土壌は下部土壌の2～3倍であった。しかし松葉

のセシウム137の濃度は表層土壌濃度の約 $1/2,000 \sim 1/3,000$ 程度であり、他と比べて低かった。

〔金沢市専光寺地内県有林〕

保安林の苗木を育成している場所である。土壌のセシウム137の濃度については表層土壌は $ND \sim 1.1Bq/kg$ 乾土と低く、同じく下部土壌も2回の平均が $2.1Bq/kg$ 乾土と低かった。松葉のセシウム137の濃度は ND である。

〔金沢市菅池地内森林組合林〕

門松用の松を育成している場所で土壌は赤土風。土壌のセシウム137の濃度については表層土壌が2回の平均で $14Bq/kg$ 乾土、下部土壌が2回の平均で $4.4Bq/kg$ 乾土であったが、松葉のセシウム137の濃度は ND である。

〔押水町免田地内県有林〕

能登有料道路沿いの保安林を採取。土壌は腐植土風。土壌のセシウム137の濃度については表層土壌が2回の平均で $2.5Bq/kg$ 乾土、下部土壌が2回の平均で $0.8Bq/kg$ 乾土であったが、松葉のセシウム137の濃度は ND である。

〔能登島町家族旅行村内町有林〕

海岸まで約10mの地点で試料を採取したが砂地ではない。表層土壌と下部土壌のセシウム137の濃度差はあまりなく、松葉のセシウム137濃度は表層土壌濃度の約 $1/220$ であった。

〔門前町大口地内県有林〕

海岸沿いの保安林の松林で試料を採取。土壌は砂質である。松葉のセシウム137の濃度は表層土壌濃度の約 1

$/240$ であった。

〔輪島市町野地内県有林〕

大規模農道から林道を約50m入った道路脇の斜面で試料採取。斜面は所々裸地土壌の状態である。傾斜地の為、降雨等の影響で表面の土壌流出もありえる。土壌のカリウム40の濃度は今回の平均の約 $1/5$ の $100Bq/kg$ 乾土弱で白峰村桑島の法面上部と同程度であった。土壌のセシウム137濃度は1回目も2回目も ND を含む低濃度であったが、なぜか松葉のセシウム137濃度は ND ではなく、平均 $0.07Bq/kg$ 生であった。

4 ま と め

松葉のカリウム40濃度は地域差もなく同程度であったが、ホンダワラは地域差があった。

環境試料の採取については白峰村の分析結果から判断すると、採取地点の問題（知らずに人為的改変がなされた場所より試料を採取した可能性）が実際に生じたと考えられる。確かな試料を集めることは正確な分析と同様に重要であるので、今後の試料採取の参考にしたい。

また調査地点による差は1回目と2回目の採取時期の違い等も含めてもう少し追跡調査が必要である。なお松葉と土壌のセシウム137については点から面へ調査を広げる必要があると考えられる。これらの継続調査については土壌、松葉とも今回の最高値を示した加賀市の採取地点について重点的に行う予定である。

〔短 報〕

地下水中のラドン濃度

石川県保健環境センター環境放射線部 堀 秀 朗・内田 賢 吾

キーワード：ラドン-222，地下水，液体シンチレータ測定法

大気中に放射性気体のラドンが発見されたのは古く(1890年)，それ以来多くの研究成果が報告されてきた。近年では地震予知，鉱泉の放射能測定，坑道作業と肺ガンの関係などの他，低線量によるホルミシス効果についても議論されている。各種環境中のラドン濃度については科学技術庁が全国的な屋内，屋外のラドン濃度調査を行っており，石川県でも屋外，屋内ラドン濃度について調査している。しかし，この調査の中では地下水中濃度は対象になっていない。そこで，石川県における地下水中のラドン濃度の寄与及び実態を把握することは，被ばく線量評価とリスクの観点並びに水文学的な基礎データの蓄積に有用であると考え，当該調査を実施した。

試料とした地下水は主として飲用水源となっている井戸を県内8か所で選定し，金沢市内ではその他に雑用水用15井戸を選んで採取した。各井戸の概略所在地を図1及び図2に示した。また，前者の8原水井では，それに

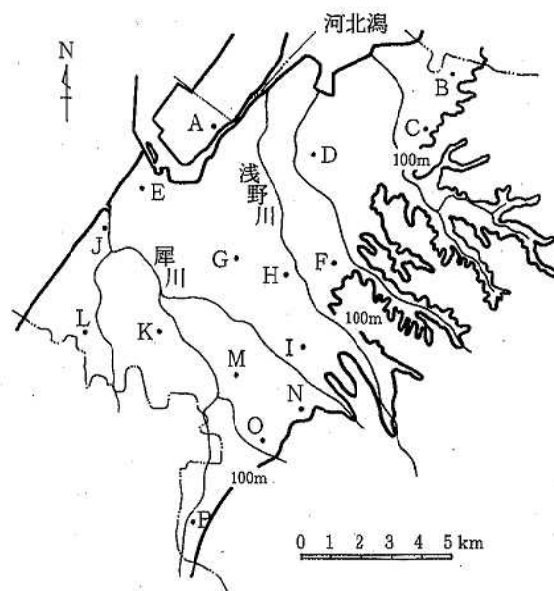


図2 金沢市内の地下水採取地点

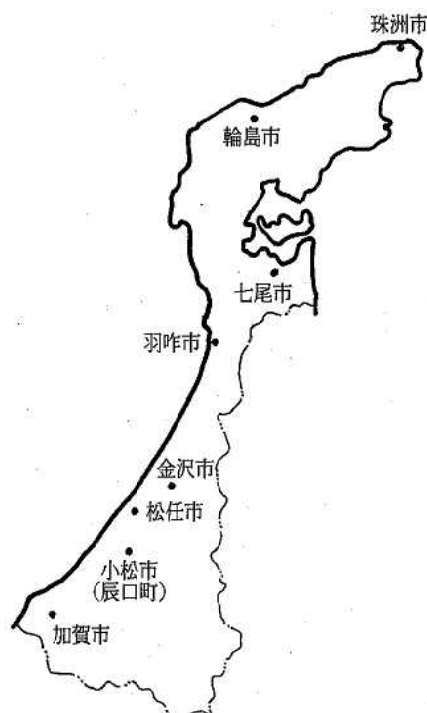


図1 県域における地下水採取地点

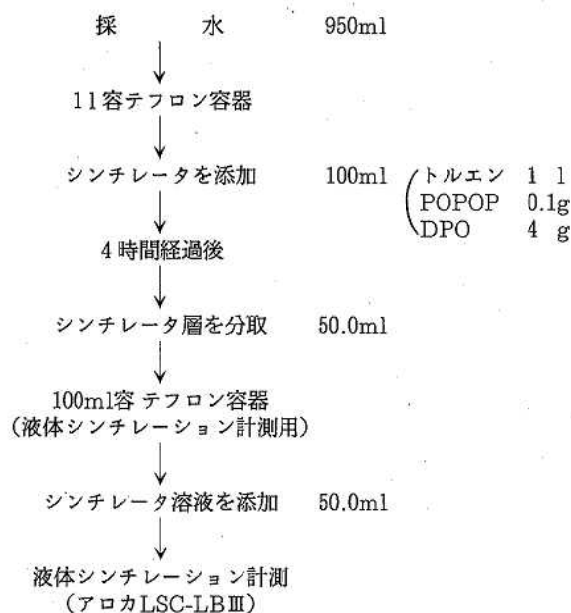


図3 液体シンチレーション計測による水中ラドン濃度の測定フロー

関係する上水も蛇口から採取した。ラドン(Rn)-222の測定はトルエン/液体シンチレータ測定法で行い(図3), 濃度計算は科技庁マニュアル¹⁾を用いた。測定に用いた液体シンチレーション計測装置は, アロカ(株)製 LSC-LBⅢ型である。

県内23か所の井戸において, 汲み上げ直後の地下水中のラドン-222濃度測定結果を表1に示した。測定結果は1.7~29.5Bq/lの範囲にあり, 平均値は9.3Bq/lであった。同様な結果が, 関市²⁾で0.28~22.3Bq/l, 大阪周辺³⁾で2.1~71.0Bq/lと得られている。他方, 愛知県全域を対象とした調査⁴⁾では, 0.3未満~896Bq/lと広範囲に分布し, 高い測定結果も得られている。全国的な温泉(鉱泉)のラドン濃度の調査⁵⁾でも, 非常に高い測定値(約160kBq/l)を筆頭に, 100Bq/lを超える高い測定結果が多数報告されている。今回の地下水調査結果では, 後者のような高いラドン-222濃度は得られなかった。

県内8地点で地下水とそれを原水とする上水を同日に採水して, 水中ラドン濃度の減少の割合を比較したものを表1に示した。ラドン-222は3.8日の半減期を有する放射性物質のため, 密閉状態であっても時間の経過に伴ってラドン-222量は減少する。また, 常温, 常圧下では, 不活性ガスという物理化学的性質から, 水中から気中に移行しやすい。従って, 汲み上げ直後の地下水も, 時間の経過や曝気環境で水中ラドン-222濃度が減少する。金沢市以北では, 上水中のラドン-222濃度は, 輪島市の1回目を除いて全てが1Bq/l未満で, 消失率は80%以上で, 揚水から配水までの間に距離と時間差があるか, 浄水化過程での曝気が想定された。他方, 松任市, 小松市と加賀市については消失率が低かった(-2~56%)。この原因については, 他系統の原水混入や取水後の配水経路の追加調査をする等で今後の究明課題にしたい。

金沢市における16井戸から得られる地下水中ラドン濃度の水平分布をみると, ラドン濃度の低い井戸は金沢市北部の河北潟周辺部の低湿地(A~Eの5井戸), 犀川中下流域(I~Lの4井戸)にあり, 高い井戸は浅野側中流域(F~Hの3井戸), 金沢市南部の山沿い地域(M~Pの4井戸)にあって, 地域的な偏りが見られる

表1 県内における地下水(原水)とその処理水(上水)中のRn-222測定結果(平成10年度)

市名	地点名	7/9~7/22			10/8~10/20		
		原水 (Bq/l)	上水 (Bq/l)	消失率 (%)	原水 (Bq/l)	上水 (Bq/l)	消失率 (%)
珠洲市	狼 煙	5.9	0.4	93	5.1	0.2	96
輪島市	東中野	13.2	12.1	8	11.3	0.1	99
七尾市	藤 橋	3.8	0.4	89	3.9	0.4	90
羽咋市	粟 生	4.9	0.9	82	5.9	0.8	86
金沢市	A	2.9			3.0		
"	B	6.4			5.8		
"	C	7.4			2.6		
"	D	2.0			5.8		
"	E	8.4			8.6		
"	F	8.9			11.0		
"	G	14.2			15.5		
"	H	11.5			15.0		
"	I	7.0	0.3	96	7.2	0.2	97
"	J	7.2			5.5		
"	K	3.2			2.2		
"	L	7.2			1.7		
"	M	18.8			16.7		
"	N	8.9			10.7		
"	O	12.4			14.8		
"	P	10.9			16.1		
松任市	石同新	29.5	19.2	35	21.4	21.9	-2
小松市	上清水	9.7	6.4	34	14.9	6.5	56
加賀市	山 代	5.2	3.9	25	9.3	4.3	54

様である。これに関しては, 取水層の地質組成, 構造等が関係している事が考えられ, 今後の研究課題とした。

地下水搬送のラドン-222が室内環境中に拡散し, 県民への吸入被ばく寄与については, 本調査結果から家庭内に配水される時点では, かなりラドン-222が消失することが予測されたが, 詳しくは今後の家庭内給水のラドン調査の実施を待って算定したい。

参 考 文 献

- 1) 科学技術庁監修: ラジウム分析法(1990)
- 2) 下 道国: 天然水中ラドン専門研究会報告書, p97-98(1996)
- 3) 柴田せつ子他: 天然水中ラドン専門研究会報告書, p99-102(1996)
- 4) 大沼章子他: 天然水中ラドン専門研究会報告書, p103-110(1996)
- 5) 堀内公子: 温泉科学, 31, p69-78(1981)

〔抄 録〕

環境における汚染負荷量調査

—— 地域における部門別二酸化炭素排出量の特性 ——

石川県保健環境センター化学物質・大気科学部 山 原 敏・横 山 暢

キーワード：二酸化炭素，植物の光合成，省資源，省エネルギー

季刊 全国公害研会誌，24 (2)，2—11 (1999) (通巻71)

1 はじめに

二酸化炭素 (CO₂) は地球温暖化への寄与が最も大きいとされる物質であり，主として物の燃焼に伴い発生することから発生源が多岐にわたり，一般家庭からの排出量も多い物質である。

本報では，石川県における CO₂ の汚染負荷量として①産業，民生，運輸等の部門別・細目別の排出量，②森林等における固定量を算出し，排出 (固定) 特性を検討した。

2 CO₂ 排出量の推定

CO₂ 排出量は，「地球温暖化対策地域推進計画策定ガイドライン」の方法に準じて算出した。排出量推定実施年は，京都議定書の基準年の西暦1990年とした。

県全体の排出量は，個人生活から交通及び産業を含めた各発生源について，燃料使用量，生産量，もしくは，事業所面積等にそれぞれ CO₂ 発生係数を乗じて算出した。

西暦1990年の石川県におけ CO₂ の総排出量は，210万 tC と推定され全国の排出量の0.7%に相当する量であった。

部門別の全国状況では，産業由来が約50%，民生由来 (家庭，非製造業) 及び運輸由来が各20%程度に対し，石川県では産業由来が31%と低率である一方，民生由来が36%，運輸由来が27%と全国状況に比して高い率となっているのが特徴である。

石川県における産業由来では製造業起因が97%を占めており，その中でも繊維工業からの排出量が多くなっている。また，民生由来では家庭系と業務系がその内の36%を，運輸由来では自動車起因が93%を占めている。自動車起因の内では乗用車起因が占める割合が39%と高率な

のが特徴である。

3 森林等における CO₂ 固定量の推定

森林等における CO₂ 固定量は，樹種別の純一次生産量を文献により調査し，これに樹種別の面積を乗じて算出した。

石川県における森林樹木による CO₂ 固定量は，139万 tC，耕地等による CO₂ 固定量は26万 tC と推定された。

樹種別では，常緑針葉樹の杉による固定量が最も多く，ついでアカマツであった。また，耕地等では，田が圧倒的に多い結果であった。

4 将来の CO₂ 排出量の推定

削減対策を行わない場合の削減基準年 (西暦2010年) における CO₂ 排出量を，製造業，民生 (家庭，業務)，運輸 (自動車)，エネルギー転換 (電気事業) について，関連指標のトレンドから推計を行った。

その結果，88万 tC の増加が予想される結果を得た。

5 ま と め

(1) 石川県における西暦1990年の CO₂ 排出量は210万 tC で全国の0.7%であった。

(2) 石川県における部門別排出量の割合では，産業 (31%)，民生 (36%)，運輸 (27%) が大きな割合を占めている。また，全国の排出量ではそれぞれ47%，23%，19%となっている。

(3) 森林樹木による CO₂ 固定量は139万 tC，それ以外の農業用地等による固定量は26万 tC で，石川県における自然作用による CO₂ 固定量は165万 tC と推定された。

(4) 対策を講じない場合，西暦2010年には CO₂ 排出量で88万 tC の増加 (増加率：44%) が予想される。

[抄 録]

ナホトカ号流出重油の日本海沿岸海域微生物による分解性

石川県保健環境センター 小森 正樹・芹川 俊彦・庄田 丈夫
金沢大学工学部 中村 嘉利・澤田 達郎
工業技術院生命工学工業技術研究所 丸山 明彦・東原 孝規

キーワード: Nakhodka's heavy oil, n-paraffins, dibenzothiophene,
benzo (a) pyrene, biodegradation

環境化学, 8 (4), 787—796 (1998)

1997年1月2日に発生したロシアタンカー「ナホトカ号」の海難事故により日本海へ大量の重油が流出した。

この油災害は冬場の日本海上で発生し、しかも中国産重油というなじみの少ない油種による本県にとって初めての大量の油汚染であった。油汚染の環境影響が大きく叫ばれる中であって、過去の油汚染の収束過程で重要な役割を果たしているのが環境微生物による油の分解である。本研究は災害発生後2ヵ月経過した石川県沿岸海域の石油分解菌の分布状態やその後の経過を追跡するとともにこれらの石油分解菌がどのくらいの油分解作用を示すのかを検討した。

1 方 法

石油分解菌の分布生息状況を知るために石川県内灘町内灘海岸と流出油が始めて石川県に漂着した加賀市片野海岸で海水試料を採取して石油分解菌の分布密度や季節変動を調べた。菌数測定はMPN法、寒天培地平板法で行った分解実験対象の油は2月10日にナホトカ号の船首から抜き取った重油と2月3日に片野海岸へ漂着した油、さらに同海岸で6月12日に採取したウェザリングした油砂である。分解実験(培養実験)は500mlの三角フラスコに海水や上述の油をそれぞれ加え20°Cで振盪培養し、所定の日数毎にフラスコを取り出し、細菌計測と残存油の分析を行った。油分の測定はジクロロメタンやn-ヘキサン抽出物重量法にて重質油分、軽質油分の分画を行った。また、シリカゲルカラムを用いてn-パラフィン、有機硫黄化合物、多環芳香族炭化合物をn-ヘキサン溶媒溶出分画し、ガスクロマトグラフ質量分析計にて成分分析を行った。

2 結果と考察

(1) 石川県沿岸の内灘海岸や片野海岸の炭化水素を分解する石油分解菌の分布密度は夏季に多い季節変動が若干みられたが $10^2 \sim 10^4$ MPN/100mlであり、ほぼ、日本沿岸海域におけるレベルと同程度であり、いずれの沿岸においても広く分布していることが判明した。

(2) 両海岸の海水を用いた重量の分解実験結果は38日間の培養では、n-ヘキサン抽出物重量の減少率で内灘海岸が33%であり、片野海岸では15%であり、試料採取地点によって分解性に差が認められた。この差は海域による微生物の分解活性の差や海水に含まれる窒素、リンの栄養塩濃度の差に由来するものと推定された。片野海岸海水に窒素、リンを添加して同様な分解実験を重油漂着油で行ったところ、分解の割合がほぼ2倍に増加することが認められ、重油汚染における窒素、リン添加によるバイオレメディエーション適用の可能性が示唆された。

(3) 重油成分の微生物分解性ではジクロロメタン抽出物のような重質油成分を含むものはn-ヘキサン抽出物に比べて分解されにくかった。沿岸の海水中に通常100ml当たり分解細菌の細胞が10,000個含まれている1トンの海水の油分解能力は最大5g/dayと推定された。また、重油に含まれる個々の成分における分解性は炭素数が24以下のn-パラフィン、有機硫黄化合物(ジベンゾチオフェン)、ベンゾ(a)ピレン、ピレン、フルオランテンが分解されやすく、クリセンやベンゾ(k)フルオランテンは分解されにくく、全パラフィン、ジベンゾチオフェン、ベンゾ(a)ピレン、ピレンおよびフルオランテンの38日間における分解率はそれぞれ、62%、100%、63%、68%および81%であった。

石川県保健環境センター研究報告書投稿規定

石川県保健環境センター（以下「センター」という。）研究報告書の投稿規定を次のとおり定める。

1 編 集

センター研究報告書の編集は、年報等編集委員会（以下「編集委員会」という。）が行う。

2 編集委員会構成

編集委員会は所長を委員長とし、次長、部長及び室長を委員とする。

3 投稿者の規定

投稿者は原則としてセンター職員とする。

4 報告書の内容

センター職員が行った調査研究で、印刷物として未発表のものとする。ただし、抄録についてはこの限りではない。

5 報告の種類

報告は、総説、報文、資料、短報及び抄録の5種類とする。

(1) 総 説

複数年にわたる連続した研究報告を総合的にまとめたもの、複数の部門で行われた研究報告を総合的にまとめたものまたはひとつの主題に関する内外の研究報告を総括的にまとめたもののいずれかで、形式は自由とし、英文タイトルを付記する。

(2) 報 文

新知見を含むまとまった研究報告で、形式はおおむね、はじめに、材料と方法、成績、考察、まとめ、謝辞、付記及び文献の順とし、英文タイトルを付記する。

(3) 資 料

既知の方法による調査、試験検査の結果又は統計等をまとめたもので、形式は報文に準じ、英文タイトルを付記する。

(4) 短 報

断片的な研究であっても、新しい事実で価値のあるデータを含む報告で、形式は報文に準ずるが見出しはつけない。

(5) 抄 録

当該年度に他誌に掲載された論文の抄録で、表題名、著者名、所属名、掲載誌名、巻（号）、始ページ終ページ、発行年及び紹介文の順に掲載する。

6 投 稿

本誌に原稿の投稿を希望する者は、その原稿を本投稿規定ならびに「研究報告書原稿執筆要領」に従って作成しなければならない。

投稿原稿の長さは、原則として表1に示すページ数（図、表などを含む刷り上がりページ数）以内とする。ただし、編集委員会が認めた場合は、この限りではない。

表1 原稿の最大ページ数

原稿の種類	総 説	報 文	資 料	短 報	抄 録
ペ ー ジ 数	12	8	6	3	1

7 原稿の提出及び審査

原稿は所属部長又は室長の校閲を経て、編集委員会に提出する。

提出された原稿は、編集委員会において審議のうえ採否、掲載区分及び掲載順序を決定する。

原稿の審査及び表現、用語等の統一化は編集委員会で行い、必要な場合には投稿者に内容の変更、表現の統一化

のための作業あるいは内容の確認などを求めることがある。

8 校 正

初校は著者校とし、誤植の訂正に止め、内容の変更をしてはならない。

9 そ の 他

その他必要な事項は編集委員会で協議する。

この投稿規定は、昭和54年4月1日から適用する。

昭和57年4月1日一部改正
昭和62年7月1日一部改正
平成6年6月1日一部改正
平成10年7月2日一部改正

石川県保健環境センター研究報告書原稿執筆要領

研究報告書投稿規定第6項に基づく原稿執筆要領を、次のとおり定める。

〔原稿の執筆〕

原稿はA4判でワープロによる左横書き（25字×46行、左詰め、2ページで仕上がり1ページに相当）とする。

なお、手書きの場合はA4判で左横書き（25字×23行、4ページで仕上がり1ページに相当）とするが、できるだけワープロによることが望ましい。

〔文 体〕

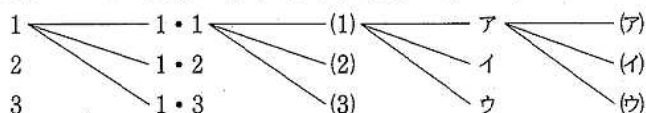
- 1 原稿は原則として新仮名遣い、新送り仮名、平仮名混じり国語文とし、簡潔で理解し易い表現にする。止むを得ぬ学術用語、地名、人名などのほかは常用漢字を用いる。
- 2 欧文はタイプ印字若しくは明瞭なブロック体とする。

〔表 題〕

- 3 表題はなるべく短くまとめ、本文とは別の用紙に書く。続報の場合は必ず副題を付ける。
- 4 表題又は副題の下に1行あけて所属名（部室まで）と著者名を連記する。
- 5 総説、報文、資料には英文の表題、副題、著者名及び所属名を和文の下へ1行あけてタイプ印字する。
- 6 総説、報文、資料、短報及び抄録には、報告の内容を的確に示す3～5語のキーワードを付記する。
- 7 報告の一部若しくは全部を学会等に発表した場合には、最下段に発表学会名、発表年月日及び開催地名を明記する。

〔本 文〕

- 8 本文は表題とは別の用紙に新しく書き出す。
- 9 本文の構成はおおむね 1 はじめに、2 材料と方法、3 成績、4 考察、5 まとめ の順とし、1行あけて謝辞及び付記を記載する。文献は別の用紙に書き出す。ただし、総説の形式はこれらにとらわれず自由とする。
- 10 項目を細別するときの見出し符号は、次の順序で用いる。



ただし、考察とまとめはポイントシステムをとらず、(1)、(2)、(3) とする。

- 11 ポイントシステムとその見出しはゴシック体とする。短報は見出しを付けない。
- 12 文の書き出しは1字あける。行を改めるときも同じ。
- 13 句読点は「，」及び「。」、かっこは「（ ）」を用いることとし、それぞれ1字に数える。ただし、句読点が行の頭に出る場合は、前の行の右欄外に書く。
- 14 数字は成語となっているもの以外はアラビア数字を用い、1こま2字とする。小数点、コンマ等の記号も数字に準じて記載する。
- 15 数量の単位は原則としてメートル法により、慣用されている記号、略号を用いる。
- 16 物質名、術語等で慣用されているものはそれに従う。物質名には化学式を用いない。
- 17 生物名（和名）はカタカナ書きとし、その学名はイタリック体とする。
- 18 外国語の地名、人名は原則として欧語を用いる。
- 19 本文中の人名は姓のみとする。なお、人名が複数の場合は列記しないで、最初の人名のあとに「ら」を付け、年号は原則として省く。
- 20 用語を略記するときは、最初に必ず正式な名称を共に示す。

〔書体の指定〕

- 21 印刷時の書体を原稿中で指定するときは、ゴシック体は必要ある文字の下に ~~~~~ 線を、イタリック体は _____ 線を、スモールキャピタル体は ——— 線をそれぞれ朱書する。

〔表と図〕

- 22 表と図は重複を避け、本文の論旨展開に必要な最小限なものに留める。これ以外の基礎資料となる表や図は、著者の責任において適当な媒体で保管することとし、研究報告書には掲載又は添付をしない。

- 23 表や図は、本文とは別に1つごとにA4判の用紙に書き、番号と表題を付ける。
- 24 番号と表題は、表では表の上部に、図では図の下部に表示し、説明、注釈は表や図の下部に記載する。
- 25 番号、表題、説明及び注釈は和文、欧文のいずれでもよいが、欧文の場合は本文での引用にも欧文の番号を用いる。
- 26 表や図に用いる文字は書体を指定することができる。
- 27 表や図の本文中への挿入位置は、原稿用紙の右欄外に「←表1」、「←図1」のように朱書する。
- 28 表や図は原則として、その幅を刷り上り8cm(半ページ幅)又は16.6cm(全ページ幅)とするが、特に大きさを指定したいときは、表や図の原稿の右下に刷り上りの大きさを朱書する。
- 29 表の周囲は枠で囲まないのを原則とし、縦、横の罫は差し支えのない限り省く。
- 30 チャートや写真はなるべく用いない。

〔引用文献〕

- 31 文献は本文の引用個所の右肩に¹⁾, ²⁾³⁾, ⁴⁾⁻⁶⁾のように記載し、本文とは別の用紙に一括して引用番号順に1文献ごとに行を改めて記載する。
- 32 文献の略名は、邦文誌は日本自然科学学術雑誌総覧、欧文誌は、Chemical Abstract及びCumulative Indexed Medicusに従って記載する。上記に指示のないものは、原則として略名を用いない。
- 33 雑誌の場合は、著者名：雑誌名、巻(ゴシック体で記載)(号)、始ページ—終ページ(発行年)の順に記載する。
- 34 単行本の場合は、著者名：書名、版(編者名)、p 始ページ—終ページ、発行所名、発行地(発行年)の順に記載する。
- 35 著者名は姓名を記載する。欧文名はファミリーネームを先にすべて大文字で記載し、ファーストネームは頭文字のみを大文字とする。(例：PAULING, Linus C., DING Yunchung)
- 36 共著の場合は、原則として全員の姓名を記載する。
- 37 巻数は、ゴシック体にする。
通巻ページのあるものは、号を省略する。
ページは原則として通巻ページを記載する。
- 38 重版又は改訂版のない単行本は版の記載を省略する。単行本の全内容を総括的に引用した場合は、ページの記載を省略する。

〔謝辞と付記〕

- 39 謝辞は本文の最後に1行の余白をあけて書き出す。見出しは付けない。
- 40 付記は謝辞に引続き行を改めて記載する。見出しは付けない。

石川県保健環境センター研究報告書（第36号）

平成 11 年 11 月 発行

金沢市太陽が丘 1 丁目 11 番地（〒 920-1154）

発行所 石川県保健環境センター

☎（076）229-2011

金沢市浅野本町 〇 141（〒 920-0841）

印刷所 徳野印刷株式会社

☎（076）251-5511
