
石川県保健環境センター研究報告書

第 4 4 号

(平成 18 年度)

RESEARCH REPORT FROM ISHIKAWA PREFECTURAL INSTITUTE
OF PUBLIC HEALTH AND ENVIRONMENTAL SCIENCE



2 0 0 7

石川県保健環境センター

目 次

(資 料)

ISO14001に対応した電子物品発注管理システムの構築 (第3報)

— 納品管理への対応 — 横山 暢 (1—3)

石川県内における温室効果ガスの排出量の試算について

— メタン, 一酸化二窒素及びフロン類の排出量の推計 — 横山 暢 (4—14)

海水からの腸炎ビブリオ分離における選択分離培地3種の比較検討 児玉 洋江ほか ... (15—17)

ノロウイルス遺伝子の可変領域の検出について 大矢 英紀ほか ... (18—22)

平成17～18年度の石川県におけるノロウイルスの流行状況 大矢 英紀ほか ... (23—27)

石川県におけるインフルエンザ流行状況

— 2006/2007シーズンについて — 倉本 早苗ほか ... (28—30)

ふぐ卵巣ぬか漬けに含まれるテトロドキシンの分析法について 小野 陽介ほか ... (31—34)

農産物中の残留農薬実態調査 (1998年度～2006年度)

— 農産物中の残留農薬実態調査の結果集計 — 織田 敏郎ほか ... (35—45)

石川県の飲用井戸水等における過マンガン酸カリウム消費量

と全有機炭素量 (TOC) に関する検討 倉本 早苗ほか ... (46—49)

平成18年度水道水等水質検査精度管理調査結果について

— 石川県年次報告書 — 北村 孝子ほか ... (50—55)

石川県における硝酸性窒素及び亜硝酸性窒素による地下水汚染について 岡田真規子ほか ... (56—59)

志賀地区における大気中トリチウム濃度について 川畑 俊之ほか ... (60—66)

石川県における積算線量測定に伴う不確かさの算出 吉本 高志ほか ... (67—71)

石川県におけるフォールアウト調査 (平成18年度)..... 小浦 利弘ほか ... (72—74)

(短 報)

海水中の腸炎ビブリオ挙動調査 (平成18年度)..... 新川 晶子ほか ... (75—78)

ベトナムの土壌及び底質試料のダイオキシン類分析結果について 岡 秀雄ほか ... (79—81)

(抄 録)

- Food Poisoning Attributable to *Staphylococcus aureus* Deficient in All of the
Staphylococcal Enterotoxin Gene So Far Reported…………… 倉本 早苗ほか … (82)
- 健康者由来志賀毒素産生性大腸菌における病原性関連遺伝子の保有状況 …………… 倉本 早苗ほか … (83—84)
- Homologue and isomer distribution of dioxins observed in water samples collected from
Kahokugata Lagoon and inflowing rivers, Japan …………… 柿本 均ほか … (85)
- Atmospheric Deposition of Polychlorinated Dibenzo-p-dioxins (PCDDs) and Polychlorinated
Dibenzofurans (PCDFs) in Kanazawa, Japan. …………… 岡 秀雄ほか … (86)
- 石川県能登地域における大気中オゾンの動態に関する研究 …………… 太田 聡ほか … (87)

〔資 料〕

ISO14001に対応した電子物品発注管理システムの構築(第3報)

—— 納品管理への対応 ——

石川県保健環境センター企画情報部 横山 暢

キーワード: ISO14001, 電子発注システム, 電子物品管理システム, 電子伝票

1 はじめに

石川県保健環境センター(以下、「センター」とする。)では1999年12月から国際規格の環境活動(ISO14001)を実施してきた。これまでの環境活動の一環として、省資源化への取組みに関して、物品発注管理システム(以下、「物品システム」とする。)等の電子化への取組みを行い、その内容を随時報告してきた^{1)~7)}。

将来的に職員の技能を継続的に活用できるように物品システムを構築した点については、これまで一定の評価を受けている。

総務課(庶務部門)等からの要望で、物品システムに物品納入管理へ対応を図ったので、今回、システムの追加構築について報告する。

2 システムの更新

物品システムにおいては、物品に関する納品管理については、設計段階から開発課題とし、

- ① 既にデータベース(RDBMS)には納品日等について項目(フィールド)を予約済みであること
- ② 将来、必要なプログラムを追加設定することで対応をとれるように配慮したこと

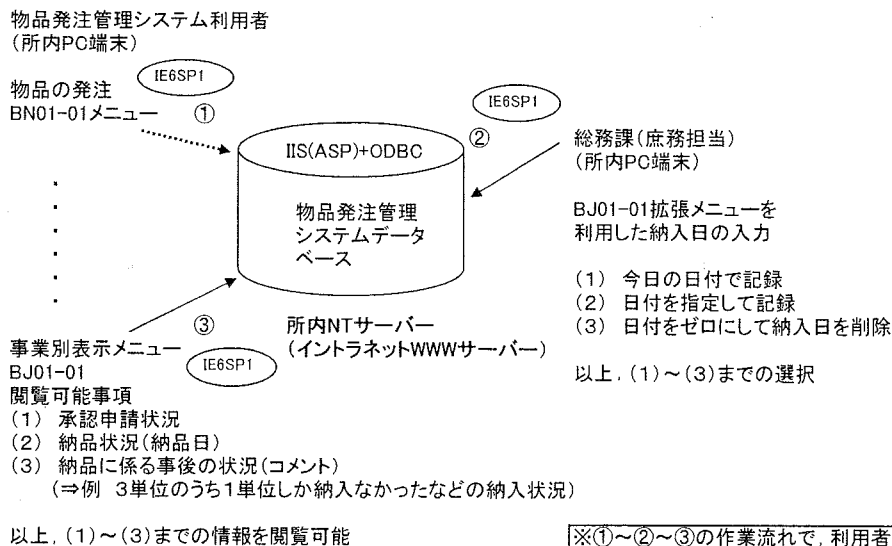


図 1 納入日等のフロー図

Development of Electronic Ordering and Inventory System adjusted to ISO14001 activities.3.
— E-ordering System within Delivery configuration in the Institute — by YOKOYAMA Mitsuru
(Information Science Department, Ishikawa Prefectural Institute of Public Health and
Environmental Science)

Key words: ISO14001, E-ordering system, E-inventory system, E-document

となっている。

従って、今回、当該プログラムを新たに開発し、システムの更新を実施した。(図1)。

3 プログラムの更新

当センターでは、物品の納品等に係る庶務業務は、総務課の管轄であり、総務課担当者が別途 EXCEL シートで、物品の納品日を入力し管理することになっていた。

このため、従来手動で行われていた納品日の管理について、当初の課題のとおり、物品システムに組み込むこととした。

画面メニューの事業別表示 (BJ-01) において、納品状況が、すべての利用者 (職員) から閲覧でき、さらに、総務課担当者の限定で納品日等の情報を入力できるように実装した。

総務課での入力メニューは次のとおりとした。

- ① 今日の日付で納品日を入力 (マウスでワンクリック)

- ② 日付を指定し、納品日を入力

- ③ 日付を指定し、納品日を入力し、コメント欄に事案を記録する (納品個数等が少ない場合などの一部納品した場合の理由・実納個数)

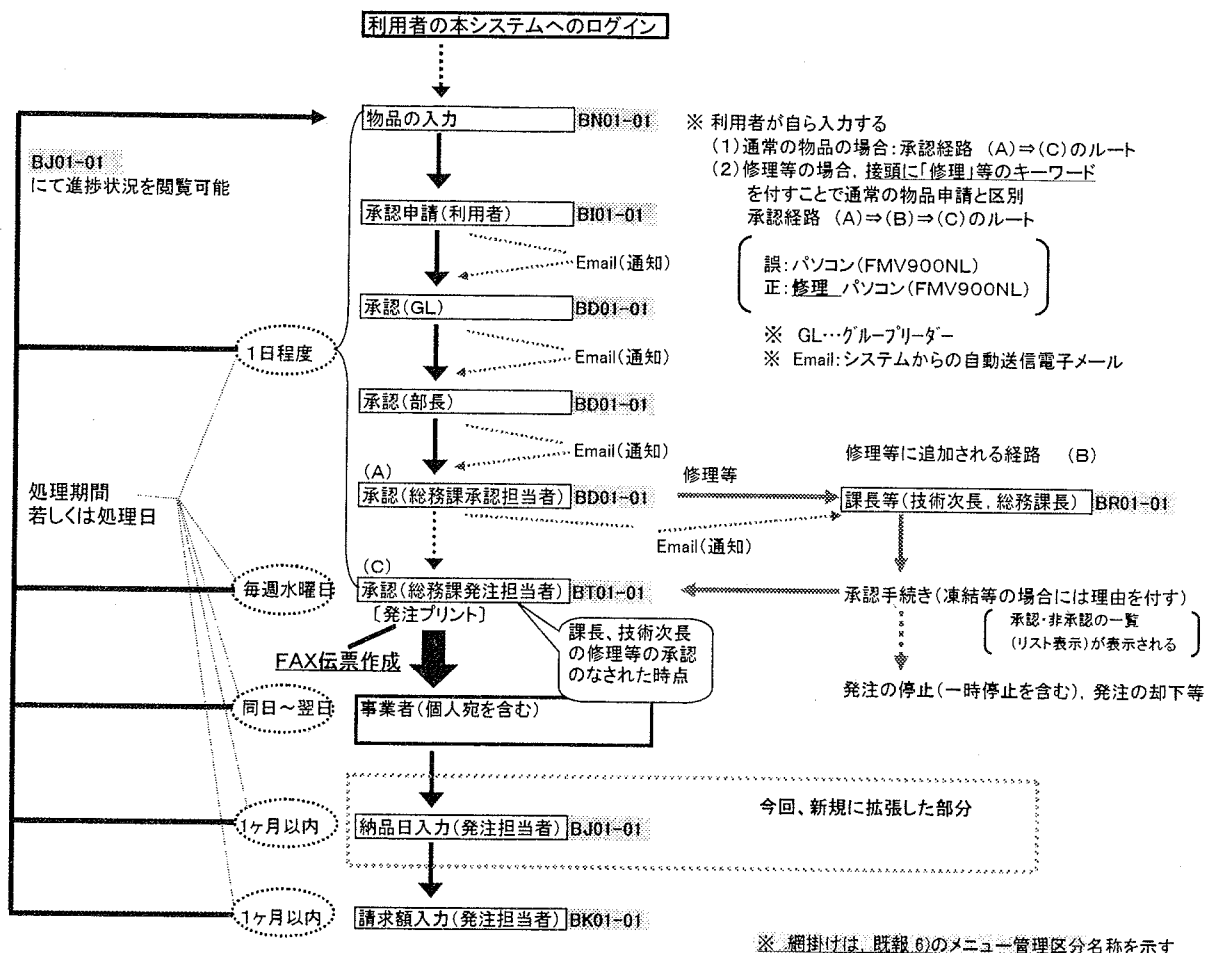
さらに、物品の納品の取り消し (当該品目が出荷停止などで納品出来ない場合) については、納品日入力で月及び日にゼロ (0) を入力することにより、納品前の状態 (未納) になることとした。

さらに、必要な場合は、従来の物品システムの管理機能により、当該物品申請を削除することも出来る。

画面遷移は図2に示すとおり、既存のプログラムの画面を応用拡張してプログラムを追加開発している。

4 結果と考察

今回追加した当該物品の納品状況、既報⁶⁾で報告した承認申請の状況 (グループリーダー、部長、総務課担当者の承認状況)、修理等の承認状況、これらが利用者の PC 端末の画面において、発注から納品まで一元的に管



※ 総務課物品担当者: 承認担当者、発注担当者の2名で分担作業

図 2 物品発注管理システムに係る物品のフロー

G(グループ)名: 大気環境GL 事業名: H19[保健環境センター費]運営費													
ID	入力者	事業	品名	規格	コード	数量	単価	金額	合計	申請者	申請日	処理	納品状況
10034	c	H19[保健環境センター費]運営費	特殊ガスボンベ空アルゴンガス	アルゴンガス	000-000-000-000-000	7				横山 暢	07/04/25 午後 5:15:46		納品状況入力済み
合計	(円)												事業費発生費用(税別) 1千円

G(グループ)名: 大気環境GL 事業名: H19[環境政策課]大気汚染監視網管理													
ID	入力者	事業	品名	規格	コード	数量	単価	金額	合計	申請者	申請日	処理	納品状況
10490	c	H19[環境政策課]大気汚染監視網管理	高純度酸素ガス	純度99.999% 47L容器	000-000-000-000-000	3				横山 暢	07/04/10 午後 5:33:12		納品状況入力済み
10481	未入力	H19[環境政策課]大気汚染監視網管理	一酸化炭素標準ガス	co/n2ベース 18ppm 10L	000-000-000-000-000	2				未	07/04/10 午後 5:43:29		納品状況入力済み
10487	o	H19[環境政策課]大気汚染監視網管理	記録紙	CH-5154-5KK (R70)	CH-5154-5KK(R70)	52				未	07/04/11 午前 11:54:47		納品状況入力済み

管理者画面の表示
 [納]…納品日入力画面
 [今]…クリックで今日日付で納入完了

利用者画面の表示
 …納入済の状態

…未納の状態

図 3 納品状況の表示 (管理者・総務課, サンプル)

理・確認できるようになった (図 3)。

物品システムの選定の段階からのマイクロソフト社製の IIS (ASP), ODBC, ACCESS 等に関する技術的な蓄積により, 低いコスト (人的・財政的・時間的) でプログラムを拡張・更新することが可能であった。

委託開発したプログラムに対し, 職員による独自開発の場合については, 随時必要に応じて, 追加機能を盛り込むことが容易であったことが長所として挙げられる。

5 ま と め

物品システムは, ISO14001環境活動である省資源化の目的推進に合致し, 当センター業務全般の効率化について大きな成果をあげてきた。

幅の広い職員の参加及び意見の集約により, 物品システムは, 予算の執行残額の把握や月間支出の把握などについて多角的に利活用が図られてきた。

今回の追加プログラムにより, 発注申請から納品状況までを一括して, 利用者が物品の状況をリアルタイムに

把握できるようになった。

これまでに, システムの発展的改善を図り, 利用者である当センター職員の意識の向上とともに, 継続的な PDCA の理念の向上に寄与してきた。

文 献

- 1) 竹野裕治, 加藤充哉: 石川保環研報, 37, 96—104 (2000)
- 2) 宮川茂樹: 月刊 LASDEC, (財)地方自治情報センター, 32, 28—33 (2002)
- 3) 横山 暢, 大西孝司, 宮川茂樹: 石川保環研報, 41, 19—22 (2004)
- 4) 初瀬 裕, 瀬戸正行, 竹野裕治, 砺波和子, 塚林裕: 石川保環研報, 42, 64—68 (2005)
- 5) 横山 暢: 石川保環研報, 42, 1—6 (2005)
- 6) 横山 暢: 石川保環研報, 43, 1—6 (2006)
- 7) 横山 暢: 石川保環研報, 43, 43—46 (2006)

〔資 料〕

石川県内における温室効果ガスの排出量の試算について

—— メタン、一酸化二窒素及びフロン類の排出量の推計 ——

石川県保健環境センター企画情報部 横 山 暢

キーワード：地球温暖化，メタン，一酸化二窒素，フロン類（ハイドロフルオロカーボン[HFCs]，パーフルオロカーボン[PFCs]），六フッ化硫黄[SF₆]，温室効果ガス

1 はじめに

石川県保健環境センター（以下、「センター」とする。）では、これまで地球温暖化に関する研究として、石川県内における二酸化炭素の排出量算定等を県環境政策課からの行政検査事業として調査を実施してきた。

これまでに、二酸化炭素の排出量は、県内の環境総合計画に引用され、経年変化の公表及び削減目標の施策立案や各種計画の基礎データとして利活用されてきた。

さらに、別途、平成11年度には、センター独自の二酸化炭素に関する県内における収支に関する研究にも着手してきた¹⁾。

今回は、二酸化炭素に引き続き、メタン・一酸化二窒素・フロン類（ハイドロフルオロカーボン；HFCs，パーフルオロカーボン；PFCs，六フッ化硫黄；SF₆）についての温室効果ガス（以下、「5ガス」とする。）に関する排出量を試算したので、報告する。

2 算定根拠となる統計の選定

可能な限り公表されている資料・統計から算定することを目標とした。具体的には、政府統計²⁾や各種白書および年（度）次報告書，ならびに県が発刊する統計書等（県インターネットホームページ（以下、「HP」とする。）において県民・事業者向け公開³⁾），公開資料から算定することを目標とした。

3 手法の検討

3・1 調査範囲の決定等

対象地域を石川県内に限定し、県内の事業活動及び事業活動に伴う活用等、温室効果ガスの起源について、下記に列挙する項目を対象とした（表1）。

- (1) エネルギー（石油・石炭等の化石燃料の燃焼）
- (2) 農業活動
- (3) 廃棄物
- (4) 医療

県内すべての人為活動を把握し、そこから排出される温室効果ガスの総合的な集計を行うことは、非常に困難である。

今回は、環境省の定めた算定方式⁴⁾に準拠した発生源について限定し、既に一般向けに公表されている各種統計・資料から、省の手法及びガイドライン等に準拠し、排出量を試算することにした。

ただし、フロン類については、経済産業省 HP⁵⁾において公表している国内におけるフロン類の排出量に関する資料から、県内における潜在排出量を推計した。

また、原単位（エミッションファクター）については、客観的な検証が行われ、採用実績を有することが重要である。

したがって、本報告では、環境省が定めた温室効果ガスに関する各種の原単位が定まっている事業活動（政令対象事業）について排出量を試算した（表2，3）。

Development of Calculation Method for Global Greenhouse Gases (GHGs) in Ishikawa Prefecture. — An Estimation Method for Amount of Emission in GHGs (Methane, Nitrous oxide, Fluorocarbons). — by YOKOYAMA Mitsuru (Information Science Department, Ishikawa Prefectural Institute of Public Health and Environmental Science)

Key words : Global Warming, Methane, Nitrous Oxide, Fluorocarbons (Hydrofluorocarbons, Perfluorocarbons, Sulfur Hexafluoride), Greenhouse Gases

表 1 温室効果ガスの主な発生源

種 類	部 門 等	代 表 的 な 発 生 源
二 酸 化 炭 素	エネルギー転換部門	電気事業者とガス事業者の自家消費分（送電ロスを含む）
	産業部門	建設業、鉱業、農林水産業、製造業における燃料消費
	運輸部門	自動車、鉄道、船舶、航空機における燃料消費
	民生部門	家庭や事務所での電気、都市ガス、LPG、灯油の消費
	廃棄物	一般廃棄物・産業廃棄物の焼却
	工業プロセス(*1)	生石灰やアンモニア製造時の排出
メ タ ン	エネルギー	二酸化炭素のエネルギー転換・産業・運輸・民生の各部門と同様、石油等の漏洩(*2)
	工業プロセス(*1)	化学工業におけるカーボンブラック等の製造時に発生
	農業活動	牛などの家畜の反すう・ふん尿管理、水田の嫌気性状態からの発生、稲藁等の焼却、施肥等
	廃棄物	廃棄物の埋立・焼却、下水処理
一酸化二窒素	エネルギー	二酸化炭素のエネルギー転換・産業・運輸・民生の各部門と同様
	工業プロセス(*1)	化学工業におけるアジピン酸及び硝酸製造
	溶剤（笑気ガス）等の使用	医療用の笑気ガス等の使用
	農業活動	牛などの家畜のふん尿、農業土壌（窒素肥料の施用）、農業廃棄物の焼却
フ ロ ン 類 *3	廃棄物	一般廃棄物・産業廃棄物の焼却
	ハイドロフルオロカーボン(HFCs)	カーエアコン等の冷媒、工業用エアゾール等
	パーフルオロカーボン(PFCs)	電子機械製造での半導体エッチング、洗浄・乾燥等
	六フッ化硫黄(SF ₆)	電力絶縁用ガス、半導体クリーニング等

*1:「工業プロセス」は、本県においては現在、該当なし。

*2:「メタン」等のエネルギーにおける「石油等の漏洩」については、本県において該当なし。

*3:「フロン類」については、特定用途別により各種分野への使い分けがなされている。

温室効果ガスの排出量算定手法をまとめると（表4）、結果的に県民の社会活動による年度排出量を求めることと同値になった。

5ガスを試算する対象年度は、二酸化炭素の排出量を既に計算した平成7年度、平成13～15年度の各年度（以下、「計算年度」とする。）とした。

なお、一部の資料については、センター独自の調査により必要な情報を得た。

5ガスについては、個々の温暖化寄与を勘案し、二酸化炭素換算（t-CO₂）による表記とした。

3・2 メ タ ン

3種類の発生源について試算した。

- (1) 化石燃料の燃焼
- (2) 施肥・家畜等の農業活動
- (3) 廃棄物のメタン発酵

燃料使用量や水田利用面積等に原単位を乗じ、排出量を求めた。

3・3 一酸化二窒素

4種類の発生源について試算した。

- (1) 化石燃料の燃焼
- (2) 施肥・家畜等の農業活動
- (3) 溶剤（麻酔）等により医療行為
- (4) 汚泥等の硝化過程での生成

3・1と同様に原単位法により結果を導いた。

また、アジピン酸を生産する施設が県内に存在しないため、工業プロセス由来の起源は考慮しないこととした。

3・4 フロン類

経済産業省が公表している暦年別フロン種類別の国内フロン類の排出状況を試算した。

石川県内での実際の排出量の算定には、指標による全国比の案分で計算した。例えば、フロン類のうち、冷蔵庫からの排出量の計算は、全国排出量を案分する方法により、県内冷蔵庫による排出量＝全国排出量×県内冷蔵庫数÷全国冷蔵庫数とした。

また、フロン製造施設及び鉱業等で利用する施設は、県内に存在しないため、鉱工業由来の起源は考慮しないこととした。

表 2 メ タ ン の 原 単 位 表

排出係数		発熱量		活動量	参考資料（統計等）	発行元（出典元）
数値	単位	数値	単位			
二号メタン（CH ₄ ）						
イ：ボイラーにおける燃料の使用に伴う排出						
木材	0.071	（kg-CH ₄ ./GJ）	0.0144	（GJ/k g）	石川県環境白書 電力需給の概要	石川県 資源エネルギー庁
木炭			0.0153	（GJ/k g）		
ロ：ガス機関又はガソリン機関（航空機、自動車又は船舶に用いられるものを除く）における燃料の使用に伴う排出						
液化石油ガス（LPG）	0.054	（kg-CH ₄ ./GJ）	0.0502	（GJ/k g）	石川県保健環境センター調べ	
都市ガス			0.0411	（GJ/m ³ ）		
ハ：家庭用機器（こゝろ、湯沸器、ストーブその他の一般消費者が日常生活の用に供する機械器具をいう。）における燃料の使用に伴う排出						
灯油	0.0095	（kg-CH ₄ ./GJ）	0.0367	（GJ/l）	家計調査	総務省統計局、石川県
液化石油ガス（LPG）	0.0045	（kg-CH ₄ ./GJ）	0.0502	（GJ/k g）	金沢市企業局H P、小松ガスH P	金沢市企業局、小松ガス
都市ガス	0.0045	（kg-CH ₄ ./GJ）	0.0411	（GJ/m ³ ）		
ニ：自動車の走行に伴う排出						
(1) ガソリン・LPG/乗用車	0.000011	（kg-CH ₄ ./km）			交通関係エネルギー要覧 自動車輸送統計 日本の統計 国土交通省総合政策局 総務省統計局	
(2) ガソリン/バス	0.000035	（kg-CH ₄ ./km）				
(3) ガソリン/軽自動車	0.000011	（kg-CH ₄ ./km）				
(4) ガソリン/普通貨物車	0.000035	（kg-CH ₄ ./km）				
(5) ガソリン/小型貨物車	0.000035	（kg-CH ₄ ./km）				
(6) ガソリン/軽貨物車	0.000011	（kg-CH ₄ ./km）				
(7) ガソリン/特殊用途車	0.000035	（kg-CH ₄ ./km）				
(8) ディーゼル/乗用車	0.000020	（kg-CH ₄ ./km）				
(9) ディーゼル/バス	0.000017	（kg-CH ₄ ./km）				
(10) ディーゼル/普通貨物車	0.000015	（kg-CH ₄ ./km）				
(11) ディーゼル/小型貨物車	0.0000081	（kg-CH ₄ ./km）				
(12) ディーゼル/特種用途車	0.000013	（kg-CH ₄ ./km）				
ホ：船舶の航行に伴う排出						
(1) 軽油	0.26	（kg-CH ₄ ./kl）			交通関係エネルギー要覧 貨物地域流動調査・旅客地域流動調査 日本の統計 国土交通省総合政策局 総務省統計局	
(2) A重油	0.26	（kg-CH ₄ ./kl）				
(3) B重油	0.27	（kg-CH ₄ ./kl）				
(4) C重油	0.27	（kg-CH ₄ ./kl）				

表2のつづき

農 業 活 動	排 出 単 位		数 値	発 熱 量		活 動 量	参 考 資 料 (統計等)	発行元 (出典元)
	数値	単位		数値	単位			
ヘ：家畜の反すう等に伴う排出								
農 業	(1) 牛	(k g-CH ₄ /頭・年)	68		算定期間において飼養された家畜の平均的な頭数	日本の統計	総務省統計局	
	(2) 馬	(k g-CH ₄ /頭・年)	18					
	(3) めん羊	(k g-CH ₄ /頭・年)	4.1					
	(4) 山羊	(k g-CH ₄ /頭・年)	4.1					
	(5) 豚	(k g-CH ₄ /頭・年)	1.1					
ト：家畜のふん尿処理等に伴う排出								
農 業	(1) 牛	(k g-CH ₄ /頭・年)	5.3		算定期間において飼養された家畜の平均的な頭・羽数	日本の統計	総務省統計局	
	(2) 馬	(k g-CH ₄ /頭・年)	2.08					
	(3) めん羊	(k g-CH ₄ /頭・年)	0.28					
	(4) 山羊	(k g-CH ₄ /頭・年)	0.18					
	(5) 豚	(k g-CH ₄ /頭・年)	0.92					
	(6) 鶏	(k g-CH ₄ /羽・年)	0.037					
チ：水田からの排出	(k g-CH ₄ /m ²)	0.016			日本の統計	総務省統計局		
リ：放牧地における牛のふん尿からの排出	(k g-CH ₄ /頭・年)	1.34			日本の統計	総務省統計局		
ヌ：農業活動に伴う穀・わらの焼却による排出								
農 業	(1) 穀	(k g-CH ₄ /kg)	0.0058		算定期間において焼却された当該植物性の穀・わらの量	国立環境研究所H P公表資料 日本の統計	総務省統計局	
	(2) わら	(k g-CH ₄ /kg)	0.0043					
ル：埋立処分に伴う排出								
農 業	(1) 食物くず	(k g-CH ₄ /t)	142		埋立処分が行われた当該くずのうち算定期間に分解された量	石川の廃棄物処理（一般廃棄物） 石川県保健環境センター調べ	石川県 石川県保健環境センター	
	(2) 紙くず又は繊維くず	(k g-CH ₄ /t)	140					
	(3) 木くず	(k g-CH ₄ /t)	140					
ヲ：下水又はし尿の処理に伴う排出								
農 業	(1) 終末処理場	(k g-CH ₄ /m ³)	0.00088		当該処分施設において算定期間に処理された下水又はし尿の量	石川の廃棄物処理（一般廃棄物） 石川県H P	石川県 石川県	
	(2) し尿処理施設	(k g-CH ₄ /m ³)	0.056					
	(3) 浄化槽によるし尿及び雑排水の処理に伴う排出	(k g-CH ₄ /人)	0.46					
ワ：一般廃棄物の焼却に伴う排出								
農 業	(1) 連続焼式焼却施設	(k g-CH ₄ /t)	0.000079		算定期間に当該施設にて焼却された一般廃棄物の量（湿重量ベース）	石川の廃棄物処理（一般廃棄物）	石川県	
	(2) 往連続焼式焼却施設	(k g-CH ₄ /t)	0.058					
	(3) バッチ焼式焼却施設	(k g-CH ₄ /t)	0.063					
ヨ：産業廃棄物の焼却に伴う排出								
農 業	(1) 廃油	(k g-CH ₄ /t)	0.00056		算定期間に焼却された産業廃棄物のうちの廃油の量（湿重量ベース） 算定期間に焼却された産業廃棄物のうちの汚泥の量（湿重量ベース）	石川県保健環境センター調べ	石川県保健環境センター	
	(2) 汚泥	(k g-CH ₄ /t)	0.0097					
タ：その他								

表 3 一 酸化 二 窒 素 の 原 単 位 表

	排 出 係 数		発 熱 量		活 動 量	参 考 資 料 (統計等)	発行元 (出典元)
	数値	単 位	数値	単位			
三 号 一 酸 化 二 窒 素 (N ₂ O)							
イ：ボイラーにおける燃料の使用に伴う排出							
エ	一般炭	0.00056	(k g-N ₂ O/GJ)	0.0266	(GJ/k g)	石川県環境白書 電力需給の概要	石川県 資源エネルギー庁
	木材	0.00056	(k g-N ₂ O/GJ)	0.0144	(GJ/k g)		
	木炭	0.00056	(k g-N ₂ O/GJ)	0.0153	(GJ/k g)		
	B重油	0.000014	(k g-N ₂ O/GJ)	0.0404	(GJ/l)		
	C重油	0.000014	(k g-N ₂ O/GJ)	0.0417	(GJ/l)		
ロ：ディーゼル機関（自動車、鉄道車両又は船舶に用いられるものを除く。）における燃料の使用に伴う排出							
ネ	灯油			0.0367	(GJ/l)	石川県保健環境センター調べ	
	軽油			0.0382	(GJ/l)		
	A重油			0.0391	(GJ/l)		
	B重油	0.0016	(k g-N ₂ O/GJ)	0.0404	(GJ/l)		
	C重油			0.0417	(GJ/l)		
	液化石油ガス (LPG)			0.0502	(GJ/k g)		
	都市ガス			0.0411	(GJ/m ³)		
ハ：ガス機関又はガソリン機関（航空機、自動車又は船舶に用いられるものを除く。）における燃料の使用に伴う排出							
ル	液化石油ガス (LPG)			0.0502	(GJ/k g)	石川県保健環境センター調べ	
	都市ガス	0.00060	(k g-N ₂ O/GJ)	0.0411	(GJ/m ³)		
ニ：家庭用機器（こんろ、湯沸器、ストーブその他の一般消費者が日常生活の用に供する機械器具をいう。）における燃料の使用に伴う排出							
ギ	灯油	0.00057	(k g-N ₂ O/GJ)	0.0367	(GJ/l)	家計調査	総務省統計局、石川県
	液化石油ガス (LPG)	0.00090	(k g-N ₂ O/GJ)	0.0502	(GJ/k g)		
	都市ガス	0.00090	(k g-N ₂ O/GJ)	0.0411	(GJ/m ³)		
ホ：自動車の走行に伴う排出							
リ	(1) ガソリン・LPG/乗用車	0.000030	(k g-N ₂ O/km)			交通関係エネルギー要覧 自動車輸送統計 日本の統計	国土交通省総合政策局 総務省統計局
	(2) ガソリン/バス	0.000044	(k g-N ₂ O/km)				
	(3) ガソリン/軽自動車	0.000022	(k g-N ₂ O/km)				
	(4) ガソリン/普通貨物車	0.000039	(k g-N ₂ O/km)				
	(5) ガソリン/小型貨物車	0.000027	(k g-N ₂ O/km)				
	(6) ガソリン/軽貨物車	0.000023	(k g-N ₂ O/km)				
	(7) ガソリン/特殊用途車	0.000038	(k g-N ₂ O/km)				
	(8) ディーゼル/乗用車	0.000007	(k g-N ₂ O/km)				
	(9) ディーゼル/バス	0.000025	(k g-N ₂ O/km)				
	(10) ディーゼル/普通貨物車	0.000025	(k g-N ₂ O/km)				
	(11) ディーゼル/小型貨物車	0.000025	(k g-N ₂ O/km)				
	(12) ディーゼル/特殊用途車	0.000025	(k g-N ₂ O/km)				

	排出係数	発熱量		活動量	参考資料(統計等)	発行元(出典元)	
		数値	単位				
エネルギー！	へ：船舶の航行に伴う排出						
	(1) 軽油	0.073	(kg-N ₂ O/kl)	算定期間における船舶の当該燃料の消費量	交通関係エネルギー要覧 貨物地域流動調査・旅客地域流動調査 日本の統計	国土交通省総合政策局 〃 総務省統計局	
	(2) A重油	0.074	(kg-N ₂ O/kl)				
	(3) B重油	0.076	(kg-N ₂ O/kl)				
	(4) C重油	0.078	(kg-N ₂ O/kl)				
麻醉	—		算定期間において麻醉剤として使用された一酸化二窒素の量	温室効果ガス排出量	環境省 HP		
農	チ：家畜のふん尿処理等に伴う排出						
	(1) 牛	4.84	(kg-N ₂ O/頭・年)	算定期間において飼養された家畜の平均的な頭・羽数	日本の統計	総務省統計局	
	(2) 豚	1.01	(kg-N ₂ O/頭・年)				
	(3) 鶏	0.04	(kg-N ₂ O/羽・年)				
	業	リ：耕地に使用された化学肥料からの排出					
(1) 畑		29.0	(kg-N ₂ O/t-N)	算定期間において耕地で使用された化学肥料に含まれる窒素の量	国立環境研究所HP公表資料 日本の統計	総務省統計局	
(2) 水田		24.0	(kg-N ₂ O/t-N)				
活		ヌ：農作物の栽培に使用された肥料からの排出					
		(1) 野菜	12.1	(kg-N ₂ O/t-N)	算定期間において当該農作物の栽培のために使用された肥料(化学肥料を除く。)に含まれる窒素の量	国立環境研究所HP公表資料 日本の統計	総務省統計局
	(2) 水稲	10.6	(kg-N ₂ O/t-N)				
	(3) 果樹	10.8	(kg-N ₂ O/t-N)				
	(4) 茶樹	74.5	(kg-N ₂ O/t-N)				
(5) ばれいしょ	31.6	(kg-N ₂ O/t-N)					
動	(6) 飼料作物	9.43	(kg-N ₂ O/t-N)				
	ル：放牧地における牛のふん尿からの排出	0.18	(kg-N ₂ O/頭・年)	算定期間において放牧された牛の平均的な頭数	日本の統計	総務省統計局	
	ヲ：農業活動に伴う糞、わらの焼却による排出						
	(1) 糞	0.000060	(kg-N ₂ O/kg)	算定期間において焼却された当該植物性の糞・わらの量	国立環境研究所HP公表資料 日本の統計	総務省統計局	
	(2) わら	0.00062	(kg-N ₂ O/kg)				
廃	ワ：下水又はし尿の処理に伴う排出						
	(1) 終末処理場	0.00016	(kg-N ₂ O/m ³)	当該処理施設において算定期間に処理された下水又はし尿の量	石川の廃棄物処理(一般廃棄物) 石川県HP	石川県 石川県	
	(2) し尿処理施設	0.097	(kg-N ₂ O/m ³)				
	カ：浄化槽によるし尿及び雑排水の処理に伴う排出	0.022	(kg-N ₂ O/人)				
	棄	ヨ：一般廃棄物の焼却に伴う排出					
(1) 連続燃焼式焼却施設		0.0493	(kg-N ₂ O/t)	算定期間に当該施設にて焼却された一般廃棄物の量(湿重量ベース)	石川の廃棄物処理(一般廃棄物)	石川県	
(2) 准連続燃焼式焼却施設		0.0489	(kg-N ₂ O/t)				
(3) バッチ燃焼式焼却施設		0.0592	(kg-N ₂ O/t)				
物		タ：産業廃棄物の焼却に伴う排出					
	(1) 紙くず又は木くず	0.010	(kg-N ₂ O/t)	算定期間に焼却された産業廃棄物のうちの紙くず又は木くずの量(湿重量ベース) 算定期間に焼却された産業廃棄物のうちの廃油の量(湿重量ベース) 算定期間に焼却された産業廃棄物のうちの廃プラスチック類の量(湿重量ベース) 算定期間に焼却された産業廃棄物のうちの下水汚泥の量(湿重量ベース) 算定期間に焼却された産業廃棄物のうちの汚泥の量(湿重量ベース)	石川県保健環境センター調べ	石川県	
	(2) 廃油	0.0098	(kg-N ₂ O/t)				
	(3) 廃プラスチック類	0.17	(kg-N ₂ O/t)				
	(4) 下水汚泥	0.903	(kg-N ₂ O/t)				
(5) 汚泥(下水汚泥を除く)	0.45	(kg-N ₂ O/t)					
レ：その他							

表 4 5 ガスの排出量の算定手法について

部 門	環 境 省 ガ イ ド ラ イ ン	石 川 県 方 式	備 考
メ タ ン	燃 焼	自動車走行実態調査若しくは燃料の販売（供給）量データを用いて把握する 産業：（燃料別消費量）×（排出係数） 自動車：（走行量）×（排出係数） 鉄道等：（燃料別消費量）×（排出係数）	同左に準じる
	工業プロセス	（化学工業におけるカーボンブラック等の製造時に発生）	（該当製造業等なし）
	農 業 活 動	統計資料に基づく温室効果ガス排出量の算定 ①水田から排出 ②家畜の反すう等 ③家畜のふん尿処理 ④農業廃棄物の焼却	同左に準じる
	廃 棄 物	焼却・埋立、下水処理について算定する ◆食物くずは7年、紙くず及び繊維くずは15年、木くずは75年まで遡って各年の直接埋立処分量を推計 ◆地域の下水の処理量（生活排水、し尿含む）×排出係数	同左に準じる
一酸化二窒素	燃 焼	自動車走行実態調査若しくは燃料の販売（供給）量データを用いて把握する 産業：（燃料別消費量）×（排出係数） 自動車：（走行量）×（排出係数） 鉄道等：（燃料別消費量）×（排出係数）	同左に準じる
	溶 剤 等 （麻酔、笑気ガス）	—	全国排出量から案分 ガイドラインには含まれていないが、環境省の温室効果ガスの公表分には、含まれている 病床数の全国比を用いている
	工業プロセス	工業プロセスからの発生（アジピン酸及び硝酸の製造時）については、事業者が特定可能であることから、聞き取り調査により、直接排出量を推計する。	（該当製造業等なし）
	農 業 活 動	統計資料に基づく温室効果ガス排出量の算定 ①施肥による排出 ②家畜のふん尿処理 ③農業廃棄物の焼却	同左に準じる
	廃 棄 物	廃棄物焼却（一般廃棄物、産業廃棄物） 地域の下水の処理量×排出係数	同左に準じる
フ ロ ン 類	HFCs	当該地方公共団体の世帯数比率を乗じて算定 エアコン：排出量 ＝製造（保有、廃棄）台数×排出係数 カーエアコン：排出量 ＝製造（保有、廃棄）台数×排出係数	同左に準じる 全国の排出量（「経済産業省公表資料」）を、案分 ・カーエアコン：自動車保有台数の比 ・電気機械器具：電気機械器具製造業の製造品出荷額の比
	PFCs	当該地方公共団体の世帯数比率を乗じて算定	同左に準じる ・洗浄：電気機械器具製造業の製品出荷額の比
	SF ₆	当該地方公共団体の世帯数比率を乗じて算定	同左に準じる ・冷蔵庫：世帯数の比 など

4 結果および考察

試算結果については、表5、6に示す。

メタン排出量については、①農業活動、②廃棄物、③エネルギーの順であった計算年度の農業活動は、メタンについては、73～77%となり寄与については減少傾向であった。

農業活動は、一酸化二窒素(46～51%)についても同様の傾向を示した。

フロン類排出量については、25万 t-CO₂ から21万

t-CO₂ となり、フロン類の全国での減少傾向を受け、県内では16%削減された。

表7に示すとおり、5ガスの県内排出量の構成比率は、県内の温室効果ガス排出量全体(二酸化炭素含む)の5～6%であった。また、各年度間で比較すると、構成割合(%)に年度による変化は認められなかった。

メタンおよび一酸化二窒素の発生源に関しては、その組成率(%)は全国並であり(図1、2)、メタンでは水田から発生する自然寄与のものが一番多く、一酸化二窒素については、石油等の燃焼起源のものが多かった。

表 5 メタン及び一酸化二窒素の県内排出量

メタン				
平成7年度	平成13年度	平成14年度	平成15年度	単 位
エネルギー				
247	256	244	251	t-CH ₄
5,177	5,370	5,121	5,268	t-CO ₂
0.5	0.5	0.5	0.5	万 t-CO ₂
3%	4%	3%	4%	割合(%)
農業活動				
5,753	5,261	5,188	5,097	t-CH ₄
120,807	110,473	108,949	107,044	t-CO ₂
12.1	11.0	10.9	10.7	万 t-CO ₂
77%	74%	74%	73%	割合(%)
廃棄物				
1,461	1,568	1,577	1,593	t-CH ₄
30,674	32,921	33,123	33,455	t-CO ₂
3.1	3.3	3.3	3.3	万 t-CO ₂
20%	22%	23%	23%	割合(%)
合計				
7,460	7,084	7,009	6,941	t-CH ₄
156,659	148,764	147,194	145,767	t-CO ₂
16	15	15	15	万 t-CO ₂
100%	100%	100%	100%	割合(%)

※二酸化炭素換算への係数は、21とした

一酸化二窒素				
平成7年度	平成13年度	平成14年度	平成15年度	単 位
エネルギー				
315.25	357.81	352.55	359.49	t-N ₂ O
97,728	110,922	109,292	111,442	t-CO ₂
9.8	11.1	10.9	11.1	万 t-CO ₂
38%	43%	43%	44%	割合(%)
麻酔				
16.75	13.95	13.51	13.02	t-N ₂ O
5,193	4,326	4,188	4,037	t-CO ₂
0.5	0.4	0.4	0.4	万 t-CO ₂
2%	2%	2%	2%	割合(%)
農業活動				
424.11	382.89	378.22	371.82	t-N ₂ O
131,475	118,696	117,248	115,265	t-CO ₂
13.1	11.9	11.7	11.5	万 t-CO ₂
51%	46%	46%	46%	割合(%)
廃棄物				
73.53	70.77	72.68	66.03	t-N ₂ O
22,794	21,938	22,530	20,467	t-CO ₂
2.3	2.2	2.3	2.0	万 t-CO ₂
9%	9%	9%	8%	割合(%)
合計				
829.65	825.43	816.96	810.36	t-N ₂ O
257,190	255,882	253,258	251,211	t-CO ₂
26	26	25	25	万 t-CO ₂
100%	100%	100%	100%	割合(%)

※二酸化炭素への換算係数は、310とした

表 6 フロン類の県内排出量

単位：万 t-CO₂ 換算

項 目	平成7年度	平成13年度	平成14年度	平成15年度	備 考
	1995	2001	2002	2003	
(1) HFC等製造に係る事項	0.00	0.00	0.00	0.00	該当する製造業が県内にはないのでゼロ
(2) 発泡・断熱材に係る事項	0.44	0.36	0.36	0.61	世帯数で案分
(3) エアゾール等に係る事項	1.24	2.40	2.41	2.25	世帯数で案分
(4) 冷凍空調機器に係る事項	2.64	4.74	5.07	5.25	※以下の個別項目で案分
内 訳	業務用冷凍空調機器	0.00	0.11	0.22	卸・小売業数で案分
	自動販売機	0.00	0.00	0.00	—
	カーエアコン	0.86	2.85	3.07	自動車保有台数で案分
	家庭用エアコン	0.89	0.89	0.89	世帯数で案分
	家庭用冷蔵庫	0.89	0.89	0.89	世帯数で案分
(5) 洗浄剤・溶剤に係る事項	7.74	7.80	7.08	5.29	電気機器器具製造業製品出荷額で案分
(6) 半導体等製造に係る事項	3.57	6.84	8.07	6.93	電気機器器具製造業製品出荷額で案分
(7) 電気絶縁ガス使用機器に係る事項	9.15	1.71	1.29	1.04	電気機器器具製造業製品出荷額で案分
(8) 金属製品に係る事項	0.00	0.00	0.00	0.00	該当する製造業が県内にはないのでゼロ
(9) その他	0.00	0.00	0.00	0.00	—
合 計	25	24	24	21	万 t-CO ₂

表 7 石川県内の地球温室効果ガスの排出量

単位：万 t-CO₂

年 度 区 分		平成7年度		平成13年度		平成14年度		平成15年度		H15/H14 比（％）	H15/H7 比（％）
		1995	構成比	2001	構成比	2002	構成比	2003	構成比		
二酸化炭素（CO ₂ ）											
	産業	323	33%	302	28%	274	26%	288	26%	105.1%	89.2%
	運輸	260	26%	296	28%	298	28%	296	27%	99.3%	113.8%
	民生業務	129	13%	154	14%	191	18%	207	19%	108.4%	160.5%
	民生家庭	154	16%	168	16%	153	14%	162	15%	105.9%	105.2%
	廃棄物	90	9%	105	10%	97	9%	96	9%	99.0%	106.7%
	エネルギー転換（火電等）	25	3%	51	5%	49	5%	55	5%	112.2%	220.0%
	小計	982	94%	1,076	94%	1,062	94%	1,104	95%	104.0%	112.4%
5 ガス		67	6%	65	6%	64	6%	61	5%	95.3%	91.0%
	メタン(CH ₄)	16	2%	15	1%	15	1%	15	1%	100.0%	93.8%
	一酸化二窒素(N ₂ O)	26	2%	26	2%	25	2%	25	2%	100.0%	96.2%
	フロン類(HFCs, PFCs, SF ₆)	25	2%	24	2%	24	2%	21	2%	87.5%	84.0%
合計〔CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O, フロン類 を含めすべての合計〕		1,049	100%	1,141	100%	1,126	100%	1,165	100%	103.5%	111.1%

※メタン・亜酸化二窒素・フロン類は、温室効果ガス係数を掛け、温室効果ガスの寄与を CO₂ 相当量として算出している

※数値の四捨五入のため各計が一致しない場合がある

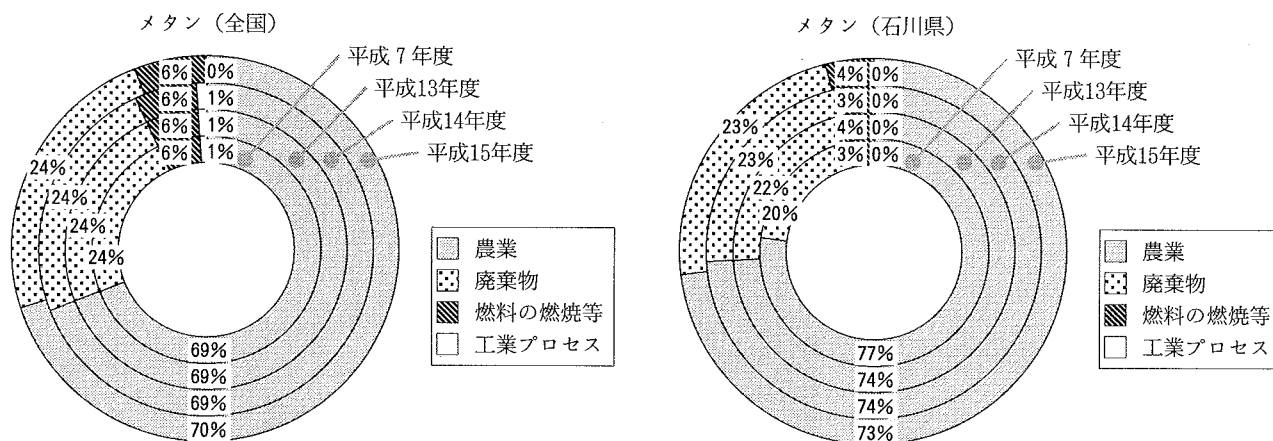


図 1 メタンについての全国と石川県との比率

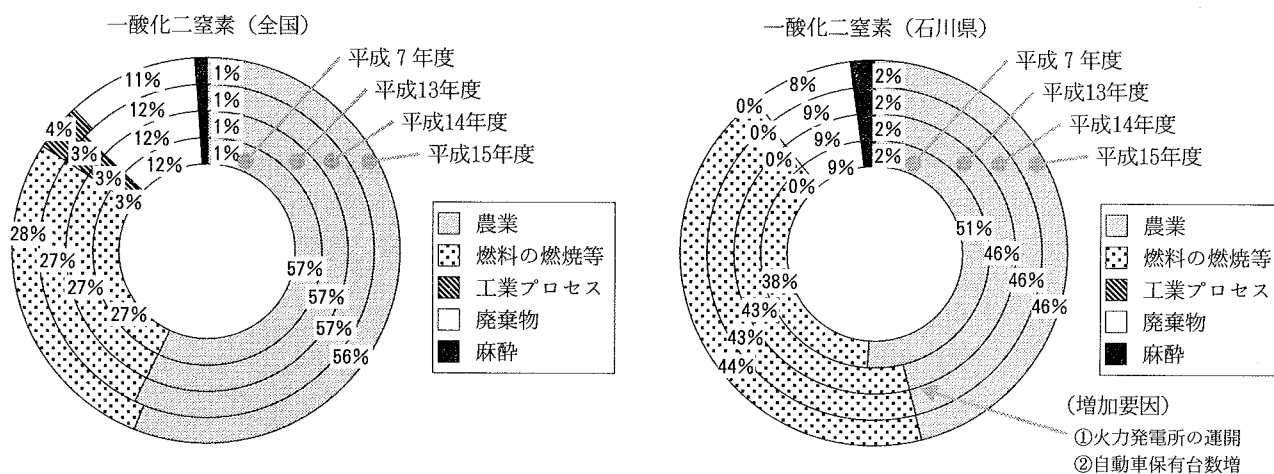


図 2 一酸化二窒素についての全国と石川県との比率

表 8 日本国の温室効果ガスの排出及び比率

単位: 100万 t-CO₂ 換算

排 出 項 目	平成7年度		平成13年度		平成14年度		平成15年度	
	1995	比率	2001	比率	2002	比率	2003	比率
二酸化炭素 (CO ₂)	1,213.1	91%	1,213.6	93%	1,247.8	94%	1,259.3	94%
5 ガス小計	113.7	9%	87.8	7%	82.2	6%	79.9	6%
メタン (CH ₄)	23.4	2%	20.2	2%	19.5	1%	19.3	1%
一酸化二窒素 (N ₂ O)	40.6	3%	34.6	3%	34.7	3%	34.6	3%
フロン類	49.7	4%	33.0	3%	28.0	2%	26.0	2%
ハイドロフルオロカーボン類(HFCs)	20.2		15.8		12.9		12.3	
パーフルオロカーボン類(PFCs)	12.6		11.5		9.8		9.0	
六ふっ化硫黄 (SF ₆)	16.9		5.7		5.3		4.7	
合 計	1,326.8		1,301.4		1,330.0		1,339.2	

出典: 環境省 (平成15年度公表値)

また、平成15年度の県内における5ガスの排出量が温室効果ガス全体に占める割合は、国全体の排出量(表8)の構成比率6%とほぼ同程度であった。別途計算した二酸化炭素排出量が増加傾向を示すのに対し、県内5ガス

は、二酸化炭素換算(t-CO₂)において9%減少(計算年度末)した。

石川県は地理的に日本の本州の中心付近に位置し、四季がはっきりとみられる平均的な県である。面積・人口

表 9 石 川 県 の 統 計 デ ー タ

項 目	石川県	全国順位	全 国	単位	調査時
面積	4,185.37	35位	372,870.60	km ²	16.10. 1
人口	1,173,944	35位	127,756,815	人	17.10. 1
世帯数	411,341	35位	47,062,743	世帯	12.10. 1
県民所得（人口1人当たり・法人企業所得を含む）	2,853	15位	2,889	千円	15年度
第2次産業事業所数（千人当たり）	14.4	3位	9	所	16. 6. 1
第3次産業事業所数（千人当たり）	41.6	6位	35.8	所	16. 6. 1
繊維工業製造品出荷額等	1,806	4位	25,074	億円	15年
商品販売額（従業者1人当たり）	3,768	9位	4,658	万円	16. 6. 1
家庭用電気使用量（1世帯当たり）	6,571	3位	5,410	kWh	16年度
日常生活に伴って生ずるごみの排出状況（1人1日当たり）	1,011	*41位	990	g/日	15年度
道路整備率	68.8	3位	53.4	%	15. 4. 1

*印は数値の小さい方からの順位。

出典：平成18年版「石川100の指標」石川県

（世帯数）は、全国下位であるが、第2、3次産業の人口当たりの数は、それぞれ3位、6位と全国的にも高く、特に繊維関係が全国4位となっており、県民所得は、15位に位置している（表9）。このように、石川県は都道府県の中でも平均的な位置にあり、温室効果ガスについても、全国の平均に位置づけられると推定される。

石川県内における温室効果ガス排出量のうち、5ガスの占める割合（％）は、国とほぼ同程度にもかかわらず、一人当たりの温室効果ガスの全国と石川県の比較では、石川県がやや低い（表10）。

またさらに、一人当たりの電気及び灯油等の消費量が、全国平均をやや上回っていることも考えられ、この点について今後検討する必要がある。今後とも、石川県内における温室効果ガスの増減及びその構成割合（％）について、着目する必要があると考えられた。

5 ま と め

今回の5ガス試算では、計算年度に二酸化炭素換算で減少傾向を示し、二酸化炭素のみの排出量増加とは逆の傾向を示した。

今後、国の方針を見据え、継続的な排出量の把握を行い、下記に示す各種施策の総合的な効能の確認を行うことを大きな目標としている。

- (1) 国の段階での各種地球温暖化防止施策
- (2) 石川県環境総合計画の運用による施策
- (3) その他の各種温室効果ガス対策（NGO、NPO等）
- (4) 家庭・事業場等での自主的取り組みによる努力

表 10 一人あたりの温室効果ガス排出量（平成15年度）

地球温室効果ガス排出量	総 量 〔100万tCO ₂ 〕 換算	人 口 (千人)	1人当たりの排出量 (tCO ₂)
石 川 県	11.65	1,178	9.89
全 国	1,339.2	127,619	10.5
割合(%) [石川県/全国]	0.87%	0.92%	—

出典：全国—環境省発表資料

人口—「日本の統計 2005」総務省統計局

- (5) 環境マネジメントシステム等による環境配慮及び保全活動
- (6) その他の温室効果ガス排出量削減施策

国及び地域での排出量の増減を論じる上で、各種の排出抑制施策が実行される際には、本県の排出量の推移を1つの指標として着目する価値があると考えている。

文 献

- 1) 山原 敏，横山 暢：全国公害研会誌，24(2)，2—11（1999）（通巻71）
- 2) 総務省統計局，統計局ホームページ：
<http://www.stat.go.jp/>
- 3) 石川県統計情報室，いしかわ統計指標ランド：
<http://toukei.pref.ishikawa.jp/>
- 4) 環境省，ホームページ：<http://www.env.go.jp/>
- 5) 経済産業省，ホームページ：
<http://www.meti.go.jp/>

〔資 料〕

海水からの腸炎ビブリオ分離における 選択分離培地3種の比較検討

石川県保健環境センター健康・食品安全科学部

 児玉 洋江・山田 恵子・新川 晶子
高岡 菊江・芹川 俊彦

キーワード：腸炎ビブリオ，海水，選択分離培地

1 はじめに

国立感染症研究所の報告¹⁾では、腸炎ビブリオ (*Vibrio parahaemolyticus*, 以下 *V.p.*) による食中毒は、1994年頃から増加傾向を示し、その発生件数は1998年にサルモネラを超え、トップとなった。ここ数年は減少してきているが、依然として細菌性食中毒の主要原因菌の一つである。*V.p.* は、冬期には海底泥土中に生存し、海水温が15℃以上に上昇する初夏から海水中に出現して、夏期に発生する食中毒事例と密接に関連することになることから、海水中の *V.p.* の挙動を把握することは食中毒防止の観点から重要であると考えられる。生食用鮮魚介類などを対象とした「*V.p.* の試験方法²⁾」では、選択分離培地として、従来からの TCBS 寒天培地に加え、新たに酵素基質培地の使用が認められたが、海水を試料とした場合の公定法はない。

今回我々は、3種の選択分離培地、すなわち TCBS 寒天培地および2種の酵素基質培地を用い、海水中の *V.p.* の定量を実施し、各培地の有用性を検討したので報告する。

2 材料および方法

2・1 検討培地

今回比較検討を行った培地は以下の3種類である。各培地上のビブリオ属菌の集落色調を表1に示した。

- (1) TCBS 寒天培地 (日水製薬株式会社)
- (2) クロモアガービブリオ培地 (栄研化学株式会社)
- (3) X-VP 寒天培地 (日水製薬株式会社)

2・2 試 料

平成18年7月31日から9月28日にかけて採取した海水(表層水)16件を試料とした。

2・3 方 法

(1) *V.p.* の定量

V.p. の定量は、佐々木ら³⁾の方法に準じて濃縮液を調製し、食品、添加物等の規格基準⁴⁾における試験法に準拠し *V.p.* 最確数 (MPN 値) を算定した。すなわち、海水10Lを孔径0.45μmのメンブレンフィルターを用いて吸引濾過した後、そのフィルターを3%食塩加リン酸緩衝液10mLで1分間ストマッキングし1,000倍濃縮液を調製した。本濃縮液の10倍段階希釈液を試料とし、2

%食塩加アルカリペプトン水3本の試験管にそれぞれ1mLずつ接種した。37℃、一夜培養後、各試験管の上層のみを一定量採取し、均一にした後、1白金耳を各培地に塗布し、37℃、一

表 1 各培地におけるビブリオ属菌の集落色調

	TCBS 寒天培地	クロモアガービブリオ培地	X-VP 寒天培地
<i>V.parahaemolyticus</i>	緑	紫	青
<i>V.vulnificus</i>	緑	青	紫
<i>V.alginolyticus</i>	黄	乳白色	乳白色
<i>V.cholerae</i>	黄	青	紫

Examination and Comparison with Three Selective Media for Detecting *Vibrio parahaemolyticus* in Seawater. by KODAMA Hiroe, YAMADA Keiko, NIIKAWA Akiko, TAKAOKA Kikue and SERIKAWA Toshihiko (Health and Food safety Department, Ishikawa Prefectural Institute of Public Health and Environmental Science)

Key words : *Vibrio parahaemolyticus*, Seawater, Selective Media

夜培養した。各培地上で *V.p.* と推定される集落について、「*V.p.* の試験方法」に基づく同定、すなわち糖分解（発酵）試験、0, 3, 7, 10%食塩加ペプトン水による耐塩性試験、Voges-Proskauer 試験、リシン脱炭酸試験を実施し、各段階希釈した試験管の陽性本数を最確数表に当てはめて、海水 1 L あたりの MPN 値を求めた。

(2) *V.p.* 類似集落形成菌の詳細検査

リアルタイム PCR による *V.p.* 特異遺伝子 *toxR* の検索および 42°C での発育試験を実施した。

3 結 果

(1) *V.p.* の定量

各培地による *V.p.* の定量結果を表 2 に示した。半数以上の試料で、培地による MPN 値の差はみられなかったが、酵素基質培地 2 種による MPN 値が、TCBS 寒天培地によるそれと比較し高い傾向があった。また、X-VP 寒天培地による MPN 値が、クロモアガービブリオ培地のそれより高い値を示す試料もみられた。

(2) *V.p.* 類似集落形成菌の同定および詳細検査

2 種類の酵素基質培地で *V.p.* 様の集落を形成する菌株であっても、糖分解（発酵）試験および耐塩性試験により、*V.p.* が否定される菌株が多くみられた。このうちの 2 菌株について実施した同定および詳細検査の結果を表 3 に示した。いずれも *toxR* 遺伝子が陰性であり、42°C での発育も認められないことから、*V.p.* ではないことが確認された。

4 考 察

糖分解による pH の変化で目的菌を鑑別する TCBS 寒天培地では、白糖非分解性である *V.p.* は緑青色の集落を呈するのに対し、白糖分解菌は酸産性により黄色集落を形成する。しかし、白糖分解菌である *V. alginolyticus* などが多数存在する海水を検体とした場合、少数の *V.p.* 集落は青色を示さず、黄色味を帯びることがあり、鑑別が困難となることがある。

一方、近年開発された *V.p.* 選択分離用酵素基質培地は酵素基質による集落の発色を原理としていることから、TCBS 寒天培地のような時間の経過による集落色調の変

表 2 各培地による *V.p.* の定量結果
(単位: MPN/L)

試料 No.	TCBS 寒天培地	酵 素 基 質 培 地	
		クロモアガー ビブリオ培地	X-VP 寒天培地
1	460	460	1,100
2	460	460	4,600
3	11,000	11,000	11,000
4	73	430	930
5	230	230	230
6	43	43	43
7	2,300	2,300	2,300
8	930	2,300	2,300
9	93	93	93
10	930	930	930
11	2,300	2,300	4,300
12	9,300	9,300	9,300
13	930	2,300	2,300
14	930	2,400	2,400
15	2,300	2,300	2,300
16	23	23	23

化がなく、また、近接集落の影響を受けないため、他の菌種と重なっても *V.p.* 集落の色調は明確である。

工藤ら⁵⁾は、アサリからの *V.p.* 分離に関して、TCBS 寒天培地とクロモアガービブリオ培地の比較検討を実施し、クロモアガービブリオ培地は TCBS 寒天培地と同等以上であったことを報告している。

今回我々が行った海水からの *V.p.* 分離に関しても、酵素基質培地を用いた MPN 値が TCBS 寒天培地によるそれと比較し、高い傾向にあったことから、酵素基質培地の性能は、TCBS 寒天培地と同等以上であることが分かった。これは、*V.p.* が少量の場合でも酵素基質培地の使用により確実に分離されたことが要因であると考えられる。

今回の検討では、酵素基質培地で *V.p.* 様の集落を形成する菌株であっても、糖分解（発酵）試験および耐塩性試験などの「*V.p.* の試験方法」で *V.p.* が否定される菌株が多数存在した。これらのうち、2 菌株について *toxR* 遺伝子の検索および 42°C での発育試験を実施したところ、同様に *V.p.* は否定されたことから、「*V.p.* の

表 3 *V.p.* 類似集落形成菌の同定および詳細検査結果

菌株	集 落 の 色 調			TSI				VP 試験	リシン脱 炭酸試験	食 塩 耐 性 試 験				42°C の 発 育	<i>toxR</i> 遺伝子
	TCBS 寒天培地	クロモアガー ビブリオ培地	X-VP 寒天培地	高層	斜面	硫化 水素	ガス			0%	3%	7%	10%		
1	黄色	紫	青	黄	黄	—	—	—	+	—	+	—	—	—	—
2	緑	紫	薄青	黄	赤	—	—	—	+	—	+	—	—	—	—
対照株 (<i>V.p.</i>)	緑	紫	青	黄	赤	—	—	—	+	—	+	+	—	+	+

試験方法」により正確な *V.p.* の同定ができることが確認された。

V.p. 以外のビブリオ属菌をはじめ、多数の微生物が存在する海水からの *V.p.* の分離には、酵素基質培地の使用は有用であるが、集落の色調に加え *V.p.* の同定は必須であり、「*V.p.* の試験方法」に基づく同定は簡便かつ有用であると考えられる。

5 ま と め

海水からの *V.p.* の分離に関して、TCBS 寒天培地および 2 種類の酵素基質培地の有用性について比較検討を行った。

(1) 各培地を用いて *V.p.* の定量を実施したところ、酵素基質培地による MPN 値は、TCBS 寒天培地によるそれに比較し高い傾向にあったことから、2 種類の酵素基質培地ともに TCBS 寒天培地と同等以上の性能を有していることがわかった。

(2) 海水中には *V.p.* 以外の菌であっても、2 種類の

酵素基質培地で *V.p.* 類似集落を形成する菌株が多数存在することから、「*V.p.* の試験方法」に基づく同定は必須である。

文 献

- 1) 国立感染症研究所：病原微生物検出情報，20，159—160 (1999)
- 2) 厚生労働省通知第22号：平成13年6月29日付「腸炎ビブリオの試験方法について」
- 3) 佐々木寿子，加藤美和子，白幡祐子，寺澤宏司，不二崎順二：新潟県保健環境科学研究所年報，19，63—69 (2004)
- 4) 厚生労働省告示第370号：昭和34年12月28日付「食品，添加物等の規格基準」
- 5) 工藤由紀子，杉山寛治，仁科徳啓，斎藤章暢，中川弘，市原 智，小沼博隆，長谷川順子，熊谷 進：感染症誌，75，955—960 (2001)

〔資 料〕

ノロウイルス遺伝子の可変領域の検出について

石川県保健環境センター健康・食品安全科学部 大矢 英紀・黒崎 直子・尾西 一

キーワード：ノロウイルス，可変領域

1 はじめに

ノロウイルスによる食中毒の発生時において，患者の他に感染源追求のため調理従事者の検便が通常行われ，両者からノロウイルス遺伝子が検出されることが多い。このとき患者と調理従事者の因果関係を明らかにするためには，更に全塩基配列を決定して，その同一性をもって調理従事者が感染源となり患者が発生したと結論づけなければならない。しかし，この方法は迅速な対応が困難であり，現段階では事件発生時の検査としては非現実的であると考える。

一方，ノロウイルス遺伝子には，ORF (open reading frame) 2 に可変領域（相同性の低い部分）が存在することが知られており¹⁾，この部分の検出，解析をもって患者と調理従事者の因果関係を判定できないか，新たに PCR 用のプライマーを作成してその有効性を検討したので，その結果について報告する。

2 検 討 方 法

2・1 プライマーの作成

近年，石川県では，胃腸炎の集団発生でノロウイルス GⅡ/3，GⅡ/4，GⅡ/6 の検出が多いため（図1），日本 DNA データバンク（DDBJ）に登録されているこれらの genotype の配列を参考に，ORF 2 の可変領域の一部を検出するプライマー，Forward 1 種類（以下，F2）と Reverse 2 種類（以下，R2，R3）を作成した。な

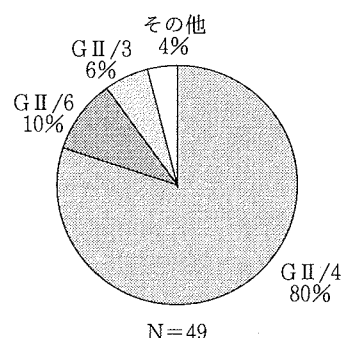


図1 genotype 別ノロウイルス検出状況

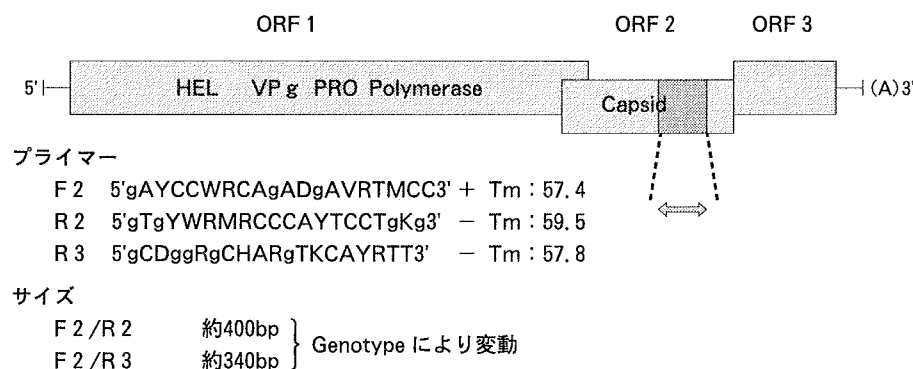


図2 プライマーの位置と配列

お，プライマーの位置と配列，参考とした配列等は図2，3のとおりである。

2・2 プライマーの有効性の確認

(1) GⅡ/3，GⅡ/4，GⅡ/6 の検出と確認

ノロウイルス GⅡ/3，GⅡ/4，GⅡ/6 について上記2・1に示したプライマーで検出できるか確認するため，平

Detection of Variable Region in Norovirus Genome. by OHYA Hideki, KUROSAKI Naoko and ONISHI Hajime (Health and Food Safety Department, Ishikawa Prefectural Institute of Public Health and Environmental Science)

Key words : Norovirus, Variable Region

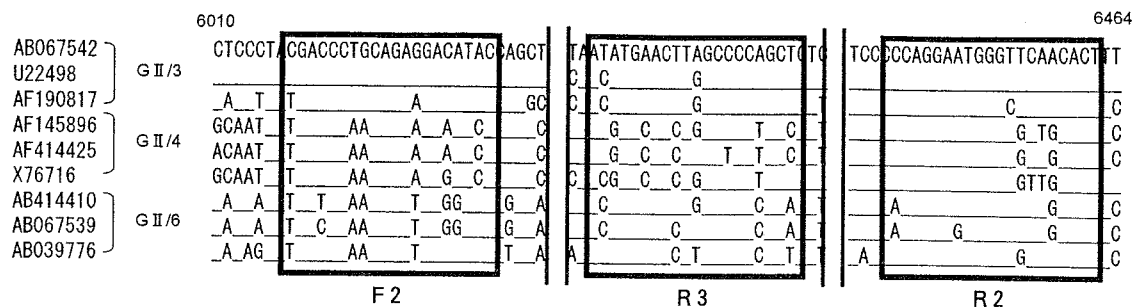


図 3 参考とした配列 (ノロウイルス, ORF2)

成16年度から19年度にかけて、石川県で発生したノロウイルスによる食中毒と感染症の糞便検体のうち、厚生労働省通知「ノロウイルスの検出法について（平成15年11月5日食安監発第1105001号）」の capsid 領域を検出する RT-PCR 法で陽性で、かつダイレクトシーケンスによる解析で GII/3, GII/4, GII/6 のいずれかと確認された26事例117検体の糞便検体について、F2 R2 および F2 R3 のプライマーペアで PCR による検出 (PCR

でバンドが認められない場合は F2 R2 で 1st PCR 後、F2 R3 で semi-nestedPCR を実施) を行った。

検査は、PCR において HotStart 用の酵素 (Amplitaq Gold, ABI 社製) を使用し、95°C 9 分で酵素を活性化後、95°C 1 分 (熱変性)、50°C 1 分 (アニーリング)、68°C 2 分 (伸長反応) を 40 サイクル行い、さらに 68°C 15 分の伸長反応を行った。さらに検出バンドの一部についてダイレクトシーケンスを実施し、F2 R2 で増幅される ORF2 の約 390bp について、DDBJ の clustalW を用い系統解析を行った。

なお、食中毒発生時の患者と調理従事者の因果関係について調べるため 2 事例 (事例 7: GII/3, 事例 24: GII/4) および同一のウイルスか調べるため感染症の 1 事例 (事例 5: GII/6) について検討を行った。

(2) GII/3, GII/4, GII/6 以外の検出

ノロウイルス GII/3, GII/4, GII/6 以外の genotype についても上記 2・1 に示したプライマーで検出できるか確認するため、平成13年度から18年度にかけて、食中毒および感染症 6 事例 (GII/1 が 2 事例, GII/5, GII/7, GII/8, GII/12 が各 1 事例) のノロウイルス陽性と確認された糞便 30 検体について、同様に検出を行った。

3 成 績

3・1 GII/3, GII/4, GII/6 の検出結果と解析結果

作成したプライマーにより GII/3, GII/4, GII/6 は、F2/R2 では 110 検体 (94.0%)、F2/R3 では 112 検体 (95.7%)、1stPCR でバンドが認められなかった検体も semi-nestedPCR ですべて (100%) 検出できた (表 1)。また系統解析では capsid 領域の genotype ごとに分類でき、系統樹もこれに類似した結果が得られた (図 4)。

食中毒発生時の患者と調理従事者の因果関係について検討した 2 事例 (事例 7, 24) および同一のウイルスか調べるため検討した 1 事例 (事例 5) では、検査したすべての検体において PCR 陽性となり、検出バンドの塩基配列は事例ごとにすべて一致していた (図 5)。

表 1 対象とした事例と PCR の結果

事例No.	発生年月	遺伝子型	検体数	F2/R2	F2/R3
1	16. 5	GI/4	3	3	3
2	16.12	GI/4	3	3	3
3	17. 1	GI/4	3	3	3
4	17. 5	GI/4	6	6	6
5	17. 5	GI/6	3	3	3
6	17.10	GI/6	3	3	3
7	17.12	GI/3	7	5*	7
8	17.12	GI/4	7	7	7
9	18. 1	GI/4	6	6	6
10	18. 2	GI/4	4	4	4
11	18. 2	GI/3	4	3*	3
12	18. 5	GI/6	3	3	3
13	18.11	GI/4	3	3	3
14	18.11	GI/4	5	5	5
15	18.11	GI/4	5	5	5
16	18.11	GI/4	7	7	7
17	18.11	GI/4	4	4	4
18	18.11	GI/4	2	2	2
19	18.11	GI/4	6	2*	2
20	18.11	GI/4	1	1	1
21	18.12	GI/4	4	4	4
22	18.12	GI/4	2	2	2
23	18.12	GI/4	12	12	12
24	19. 1	GI/4	5	5	5
25	19. 1	GI/4	8	8	8
26	19. 4	GI/4	1	1	1
117				110(94.0%)	112(95.7%)

* semi-nestedPCR ですべて陽性

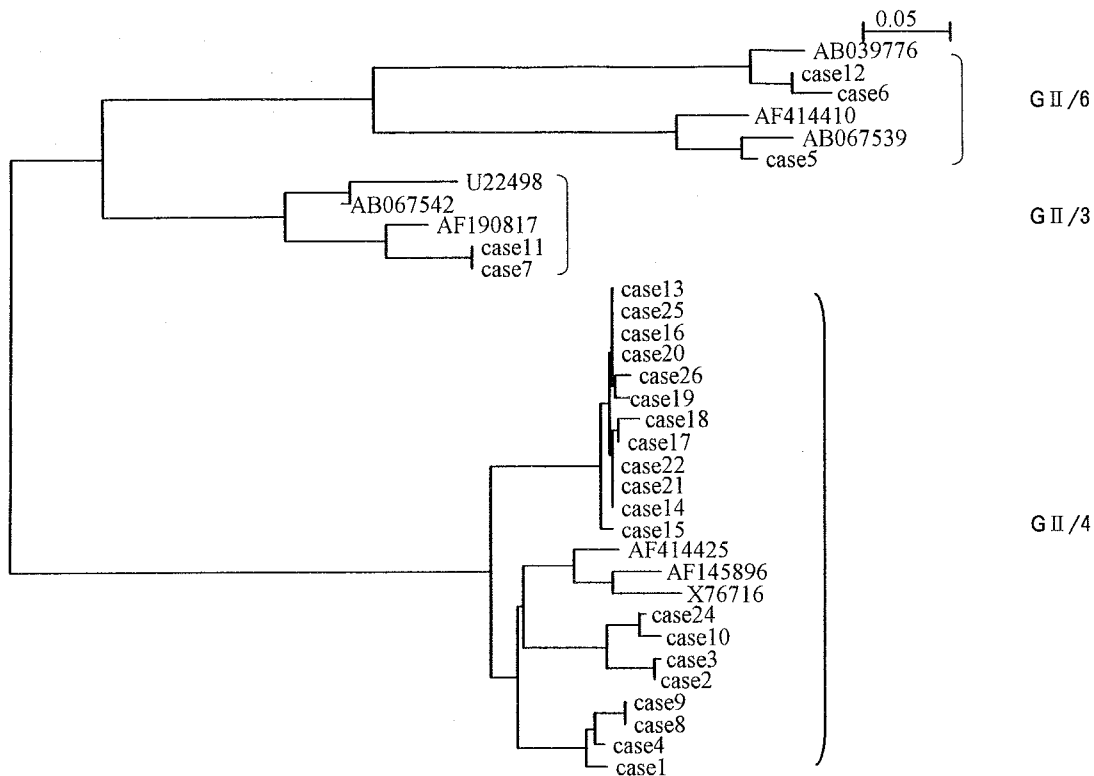


図 4 系 統 解 析 (ORF6038—6441)

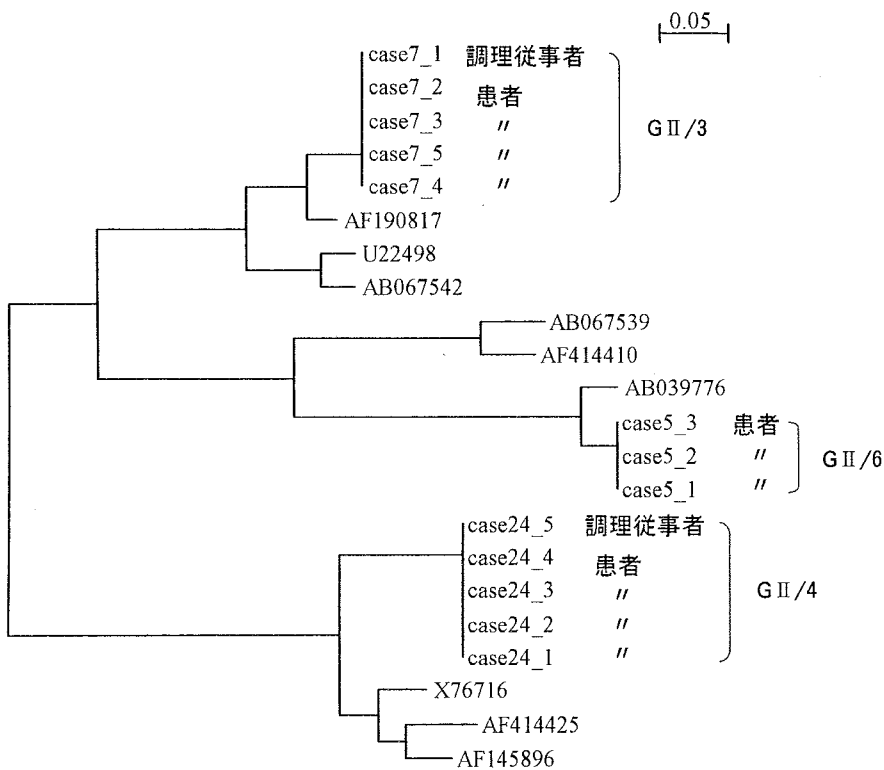


図 5 食中毒および感染症事例での検討 (ORF6038—6441)

は検出可能であったが、GII/7 と GII/1 の 1 事例は検出できなかった (表 2)。

4 考 察

近年、石川県ではノロウイルスによる食中毒が増加傾向にあるが、それに伴う検査で、患者と調理従事者の両方でノロウイルス遺伝子が検出される例が多くなっている²⁾。食中毒事件において、保健所は疫学調査や検査データをもとに営業者に対し行政処分が行うが、調理従事者の検便が陽性の場合、このウイルスが患者のものと同等かの判断が重要となる。

4・1 検査方法について

従来、我々は公定法に従い capsid 領域を検出するプライマー SKF/R で増幅した遺

3・2 GII/3, GII/4, GII/6 以外の検出結果

GII/5, GII/8, GII/12 と GII/1 のそれぞれ 1 事例

伝子の塩基配列をダイレクトシーケンスにより決定し、同等性の有無を報告している。しかし、ここで行って

表 2 他の genotype の検出

事例No.	発生年月	遺伝子型	検体数	F 2/R 2	F 2/R 3	semi-nestedPCR
27	13.12	G II/7	3	0	0	0
28	15. 2	G II/1	5	4	4	5
29	15. 4	G II/8	7	7	7	
30	15.12	G II/5	4	4	4	
31	16. 3	G II/12	6	6	6	
32	18. 2	G II/1	5	0	0	0

るのは全長約7.5Kbのノロウイルス遺伝子の僅か一部分(約300bp)の解析で、しかもノロウイルス遺伝子のなかで相同性の高い部分である。篠原らの報告によれば、この方法での患者と調理従事者の単なる関連付けは今後さらに継続した検討が必要であるとしている³⁾。従って、患者と調理従事者との因果関係を示す検査結果を報告する際に、一部分のシーケンスデータより、できれば全塩基配列データを提示するのが望ましい。しかし食中毒事件のような緊急を要する検査としては、全塩基配列データを提示するには迅速性に問題がある。

一方、ノロウイルスにはORF2の後半からORF3にかけて、可変領域と呼ばれるノロウイルス遺伝子で相同性が低く、変異が大きい部分が存在し、この部分の検出、解析をもって代用(同一もしくはそれに近いとすることが)できないか検討した。

ノロウイルスが元来兼ね備えている多様な遺伝子の、さらに変化の大きい部分をPCRで検出するには、ノロウイルスのgenotypeごとにプライマーを設定することが必要と思われる。しかし実際の食中毒事件の際には、どのgenotypeが検出されるか不明であり、それに伴う手間と経費が膨らむこととなる。そのため検出するgenotypeを近年石川県で発生の多いG II/3, G II/4, G II/6に絞り、DDBJのデータベース上の配列を基にプライマーを作成した。

この方法は、塩基配列の変化の激しい部分の検出であるため、できる限り配列の揃っている部分を選び、塩基の違う部分は混合塩基でカバーした。またプライマーの結合力を考慮し、G (guanine) と C (cytosine) の含量をできるだけ多くして、Tm 値を60°C近くに設定し、さらに非特異増幅対策のために Hot Start 法を使用した⁴⁾。

4・2 検査結果について

作成したプライマーを用いてPCRを行ったところ、石川県で検出されたG II/3, G II/4, G II/6はほぼ感度良く検出することができた。G II/4とG II/3の一部で、1stPCRでバンドが認められない検体があったが、

semi-nestedPCRですべて検出することができた。

これらのPCR産物の解析では、capsid領域のgenotypeと同様、明瞭に分類でき、genotype内でもcapsid領域の解析結果と類似していた。

さらに実際のG II/3とG II/4による食中毒事例のうち、患者および調理従事者で陽性となった事例では、それぞれの塩基配列はすべて一致し、因果関係が確認できた。また

G II/6については、本県での食中毒の発生事例はないため、感染症事例の患者検体について検討したところ、塩基配列はすべて一致し、同一のウイルスの関与が確認できた。このような結果から、この方法は、食中毒発生時の患者と調理従事者から検出したウイルスの同等性について、従来のcapsid領域の解析を補うものとして期待できると考えている。

一方、G II/3, G II/4, G II/6以外のgenotypeについて検出を行ったところ、検出できるものとできないものがあった。検出できないものについて精査したところ、プライマーの3'末端の結合する塩基が異なっており、これが大きく影響したと思われる。今回検討したものは事例数が少ないため今後さらに検討が必要である。

現在、当センターでは食中毒が発生し、患者と調理従事者の両方でノロウイルス陽性となった場合、公定法と平行して補助的にこの検査を実施している。しかし、変異の大きい部分の検出であり、常に作成したプライマーが適用できるとは限らず、新たな遺伝子変化に対応したプライマーの作成が必要となる。

今回増幅した場所よりさらにORF2の下流部分とORF3にも相同性の低い部分が存在するため、これらを併せた領域を検出できるような新たなプライマーを作成する等、全塩基配列決定に代用できるようなデータを得たいと考えている。

5 ま と め

集団発生の糞便検体について、ノロウイルスの相同性の低い部分を検出するプライマーを作成し、保存検体について検出、解析を行った。

(1) ノロウイルスG II/3, G II/4, G II/6についてはすべて検出することができ、また解析結果はcapsid領域の解析と類似していた。

(2) G II/3, G II/4, G II/6による集団発生事例について適用したところ、塩基配列は事例ごとに一致し、患者と調理従事者の因果関係が認められた。

(3) G II/3, G II/4, G II/6以外のgenotypeについ

でも一部検出可能であった。

(4) この方法は、ノロウイルスの変異の大きい部分の検出のため、常に新たなプライマーを作成する等の改良が必要と考えている。

文 献

- 1) Tsutomu Kageyama, Shigeyuki Kojima, Michiyo Shinohara, Kazue Uchida, Shuetsu Fukushi, Fuminori Hoshino, Naokazu Takeda and Kazuhiko Katayama : J Clin. Microbiol, **41**, 3950—3957 (2003)
- 2) 大矢英紀, 黒崎直子, 尾西 一: 石川保環研報, **42**, 13—23 (2005)
- 3) 埼玉県衛生研究所: 地域保健推進特別事業報告書, 2—23 (2006)
- 4) 中山広樹: バイオ実験イラストレイテッド③第2版 本当にふえる PCR, 秀潤社 (1998)

〔資 料〕

平成17～18年度の石川県におけるノロウイルスの流行状況

石川県保健環境センター健康・食品安全科学部 大矢 英紀・黒崎 直子・尾 西 一

キーワード：ノロウイルス，GⅡ/4

1 はじめに

平成16年度において、石川県では高齢者施設を中心にノロウイルスによる集団胃腸炎が多発した。平成17年度は、発生数は9事例と平年並であったが、さらに翌年の平成18年度においては28事例と急増し、保健所からの検査依頼数、検出数ともに過去最高となった。

ノロウイルスは、capsid領域の解析からgenogroup I (GⅠ) で14種類、genogroup II (GⅡ) で17種類のgenotypeに分類される¹⁾。過去に石川県で検出したノロウイルスを解析すると、GⅡを中心に事例ごとに様々なgenotypeが検出される傾向があるが、平成16年度においては石川県に限らず全国的にGⅡ/4が流行した^{2,3)}。

我々はノロウイルス検査の際、検体中のウイルスの有無を迅速に判定する以外に、検出したノロウイルスの遺伝子を解析することにより検出株の相同性確認や流行株の状況把握を行っている。今回は、平成17年度と18年度のノロウイルスの検査結果と解析状況を報告する。

2 材料と方法

2・1 材 料

(1) 集団発生事例

平成17年度と18年度に石川県で発生した胃腸炎の集団発生(食中毒および感染症)で、ノロウイルスが検出された37事例(事例1～37)の患者糞便160検体、調理従事者糞便72検体、食品14検体を検査材料とした。

内訳は、平成17年度が9事例(事例1～9)の患者糞便54検体、調理従事者糞便2検体、平成18年度が28事例(事例10～37)の患者糞便106検体、調理従事者糞便70検体と食中毒2事例分(事例26, 34)の食品14検体である。

(2) 小児散発事例

平成17年度と18年度の石川県感染症発生動向調査における感染性胃腸炎の小児散発事例で、ノロウイルスが検出された患者糞便16検体を検査材料とした。内訳は、平成17年度が4検体、平成18年度が12検体である。

2・2 方 法

(1) ノロウイルス遺伝子の検出

厚生労働省通知「ノロウイルスの検出法について(平成15年11月5日食安監発第1105001号)」に従い、RT-PCR法で実施した。患者からの検出は、プライマーはcapsid領域を検出するG1SKF/RとG2SKF/Rを、また無症者の調理従事者糞便および食品についてはCOG1F/G1SKRとCOG2F/G2SKRで1st PCRを行った後、特異バンドが認められない場合に、上記のプライマーによりsemi-nested PCRを実施した。さらに、ノロウイルスGⅡ/4を検出した一部の検体について、polymerase領域を検出するプライマーP1P3⁴⁾を用い、PCRを実施した。

(2) 検出ノロウイルス遺伝子の解析

capsid領域およびpolymerase領域のPCR法で特異バンドが認められた検体の一部(各事例1～3検体)についてダイレクトシーケンスを行った。得られた塩基配列は日本DNAデータベース(DDBJ)のClusallWを用い、近接結合法により系統解析を実施した。

(3) 感染症発生動向調査(患者情報)について

石川県の小児感染性胃腸炎の状況について、過去3年間の比較検討を行った。

3 成 績

3・1 ノロウイルス検査結果

(1) 集団発生事例について

平成17年度の検体では、患者糞便54検体中44検体、調

The Prevalence of Norovirus in Ishikawa Prefecture in 2005-2006. by OHYA Hideki, KUROSAKI Naoko and ONISHI Hajime (Health and Food Safety Department, Ishikawa Prefectural Institute of Public Health and Environmental Science)

Key words : Norovirus, GⅡ/4

理従事者糞便2検体中1検体から、平成18年度の検体では、患者糞便106検体中92検体、調理従事者糞便70検体中18検体からノロウイルス遺伝子が検出された。また、食中毒の事例26の食品10検体中4検体から、事例34の食品4検体中1検体からノロウイルス遺伝子が検出された。

患者糞便、調理者糞便及び食品から検出されたノロウイルスの genogroup は、ほとんどが GⅡであったが、事例10（18年度のイワガキが原因とされた食中毒）の患者糞便からは GⅠ + GⅡを、事例36（岐阜県の食中毒関連）の患者糞便からは GⅠを検出した（表1、2）

表 1 ノロウイルス検査結果（平成17年度）

事例No.	発生年月日	発生および原因施設	患 者	調理従事者	計	検査結果
			陽性数/検体数	陽性数/検体数	陽性数/検体数	
1	17. 5. 7	老人保健施設	6/7		6/7	GⅡ/4
2	17. 5.18	保育園	3/3		3/3	GⅡ/6
3	17.10. 7	保育園	3/5		3/5	GⅡ/6
4	17.12.16	飲食店	6/9	1/2	7/11	GⅡ/3
5	17.12.26	老人保健施設	7/10		7/10	GⅡ/4
6	18. 1.30	養護施設	6/7		6/7	GⅡ/4
7	18. 2. 7	特別養護老人ホーム	5/5		5/5	GⅡ/1
8	18. 2.13	病院	4/4		4/4	GⅡ/4
9	18. 2.23	老人会の会合	4/4		4/4	GⅡ/3
計			44/54(81.5%)	1/2(50.0%)	45/56(80.4%)	

表 2 ノロウイルス検査結果（平成18年度）

事例No.	発生年月日	発生および原因施設	患 者	調理従事者	食 品	計	検査結果
			陽性数/検体数	陽性数/検体数	陽性数/検体数	陽性数/検体数	
10	18. 4.22	飲食店	4/5			4/5	GⅠ/4, GⅡ/11,
11	18. 5.26	小学校	3/4			3/4	GⅡ/3,
12	18.11.16	旅館	1/1	2/6		3/7	GⅡ/6
13	18.11.16	高齢者施設	5/5			5/5	GⅡ/4
14	18.11.24	高齢者施設	5/5			5/5	GⅡ/4
15	18.11.25	バスツアー	7/9			7/9	GⅡ/4
16	18.11.25	飲食店(福井県)	4/4			4/4	GⅡ/4
17	18.11.29	旅館(長野県)	2/2			2/2	GⅡ/4
18	18.11.29	弁当屋(大阪府)	1/1			1/1	GⅡ/4
19	18.11.30	飲食店	5/5	1/2		6/7	GⅡ/4
20	18.11.30	高齢者施設	1/1			1/1	GⅡ/4
21	18.12. 7	高齢者施設	4/4			4/4	GⅡ/4
22	18.12. 8	高齢者施設	2/3			2/3	GⅡ/4
23	18.12.15	病院	2/2			2/2	GⅡ/4
24	18.12.17	旅館		4/6		4/6	GⅡ/4
25	18.12.17	旅館		2/5		2/5	GⅡ/4
26	18.12.25	仕出屋	7/8	5/16	4/10	12/24	GⅡ/4
27	18.12.26	高齢者施設	1/2			1/2	GⅡ/4
28	19. 1. 6	スキーツアー	6/7			6/7	GⅡ/4
29	19. 1.11	旅館	4/4	1/16		5/20	GⅡ/4
30	19. 1.13	セレモニー会館	3/3			3/3	GⅡ/4
31	19. 1.13	グループホーム	2/3			2/3	GⅡ/4
32	19. 1.16	旅館	5/7	1/14		6/21	GⅡ/4
33	19. 1.19	小学校	1/3			1/3	GⅡ/13
34	19. 1.27	菓子屋	6/6	2/5	1/4	8/11	GⅡ/4
35	19. 3. 5	飲食店	9/9			9/9	GⅡ/4
36	19. 3. 7	飲食店(岐阜県)	1/1			1/1	GⅠ/3
37	19. 3.30	高齢者施設	1/2			1/2	GⅡ/10
計			92/106(86.8%)	18/70(25.7)	5/14(35.7%)	110/176(62.5%)	

(2) 小児散発事例について

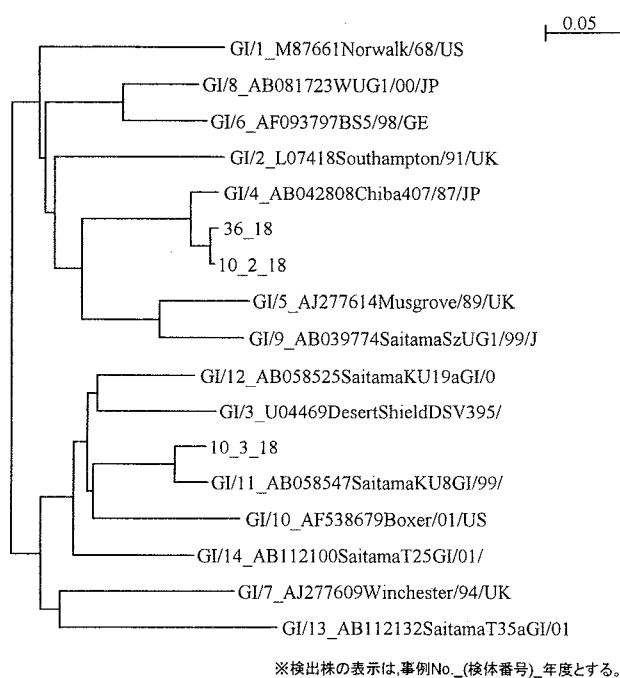
検査した平成17年度と18年度の計16検体すべてからノロウイルス遺伝子が検出され、genogroup はすべて GII であった (表 3)。

3・2 検出ノロウイルス遺伝子の解析結果

(1) capsid 領域の解析

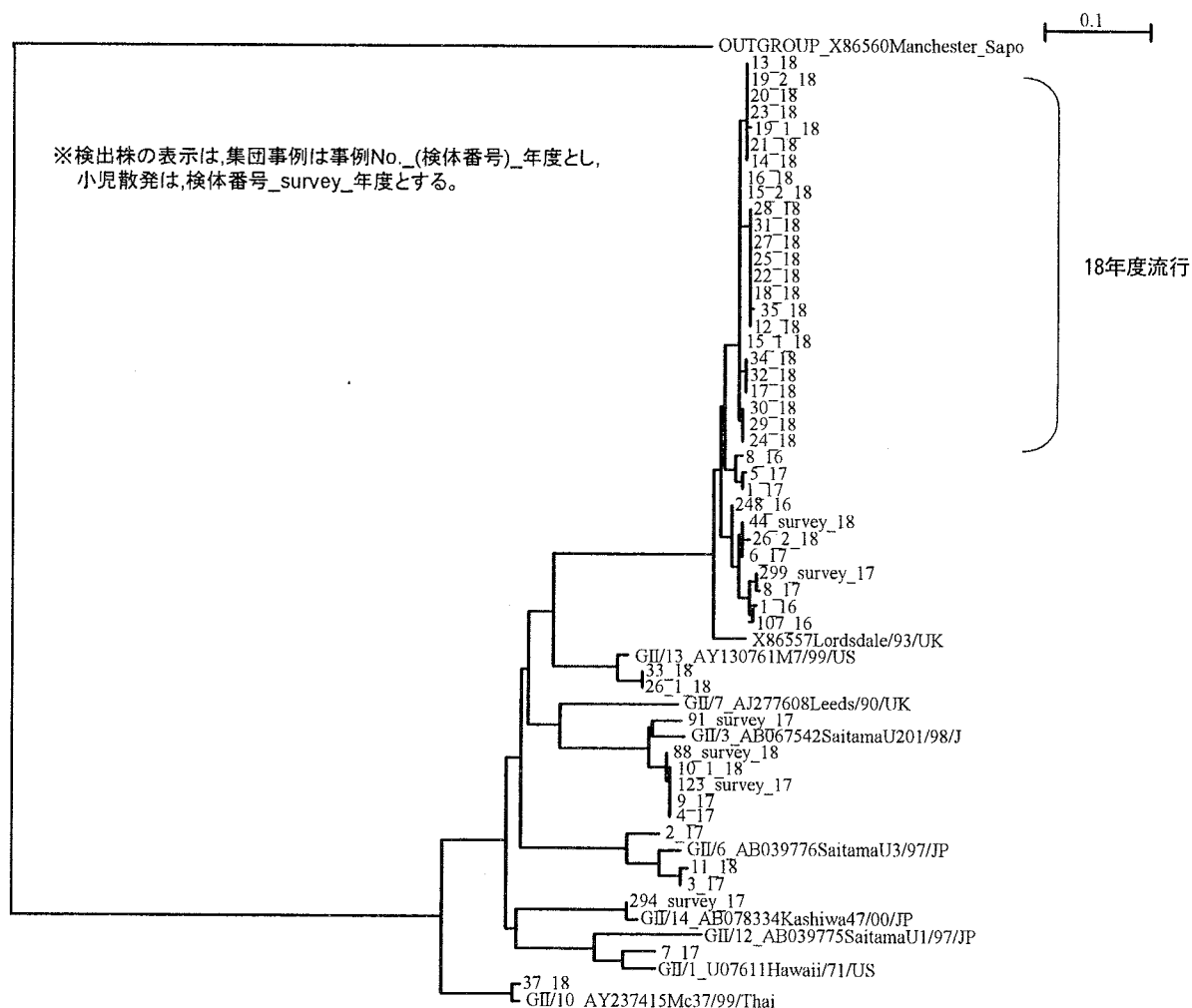
集団発生事例の検体においては、平成17年度の検体では、事例7が GII/1, 事例4, 9が GII/3, 事例1, 5, 6, 8が GII/4, 事例2, 3が GII/6 であった (表 1, 図 1)。また平成18年度の検体では、上記の事例10が GI/4, GI/11, GII/3 等, 事例11が GII/6, 事例36が GI/3, 事例33が GII/13, 事例37が GII/10のほかはすべて GII/4 であった (表 2, 図 2)。

一方、小児散発事例の検体においては、平成17年度の検体では、2検体 (検体番号91, 123) が GII/3, 1検体 (検体番号294) が GII/14, 1検体 (検体番号299) が GII/4 であった。また、平成18年度の検体では、3検体 (検体番号87~89) が GII/3 のほかはす



※検出株の表示は、事例No. (検体番号)_年度とする。

図 1 capsid 領域 (GI)



※検出株の表示は、集団事例は事例No. (検体番号)_年度とし、小児散発は、検体番号_survey_年度とする。

図 2 capsid 領域 (GII)

べてGⅡ/4であった(表3, 図2)。

(2) polymerase 領域の解析について

上記の検出ノロウイルスGⅡ/4のうち, 平成17年度の事例1, 5, 6, 平成18年度の事例14, 19, 24, 26, 29, 35, 小児散発事例の検体番号44を過去の報告^{5, 6)}と同様に解析を行ったところ, 事例1, 5はsaitamaU1型, 事例6, 26と検体番号44は2004型以外すべて2002型であった(図3)。

3・3 感染症発生動向調査

(患者情報)について

感染性胃腸炎の定点あたりの数(全県)は, 17年度は全期間にわたり5~15人前後と平年並に推移していた。しかし18年度は, 当初は平年並みに推移していたものの, 11月頃から急激に増加し, 12月上旬の第27週にピークを迎え, 定点あたりの数も27.93人となった。その後は減少に転じ, 翌年1月は10人以下と平年よりも低い傾向が続いた(図4)。

4 考 察

石川県における平成17年度のノロウイルスの流行状況は, 集団胃腸炎が9事例(うち食中毒が1事例)と発生数としては平年並みであったが, 検出した genotype はGⅡ/3やGⅡ/6, さらに前年度に大流行したGⅡ/4な

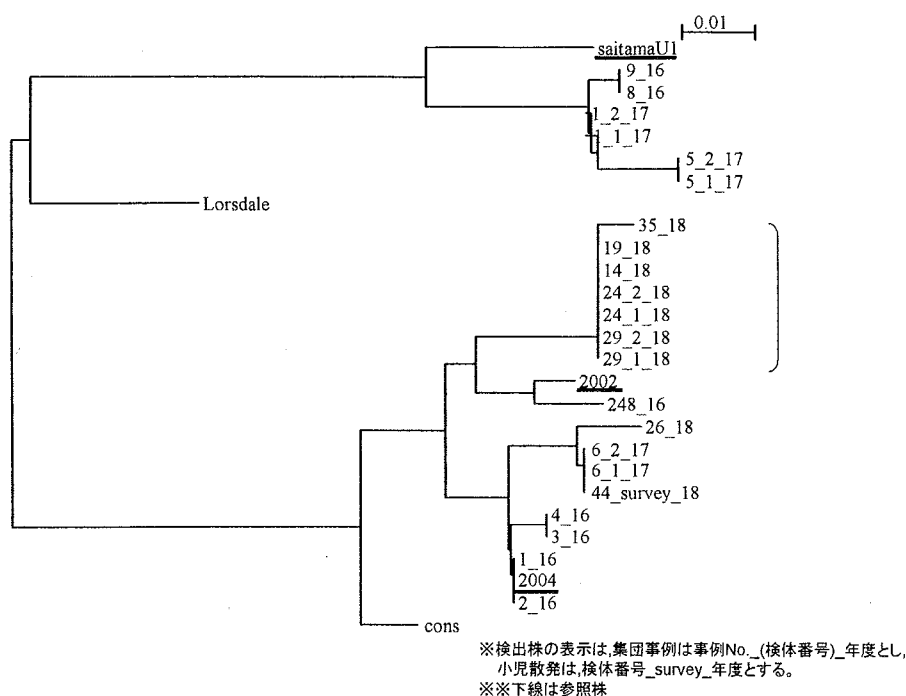


図3 polymerase 領域(GⅡ/4)

ど様々なタイプのノロウイルスが関与していた。

平成18年度の発生数は28事例(うち食中毒または有症苦情が他県発生に関連調査を含め17事例)と非常に多く, これは過去最大であった16年度の15事例をさらに上回った。また食中毒事例において, 患者の他に調理従事者からもノロウイルス遺伝子が多く検出され, これが原因と推定された事例や, 事例26や34のように食品からも検出され, 感染源がおおむね特定できた事例もみられた。検出された genotype は16年度と同様, GⅡ/4がほとんどであり, 単独のタイプ(GⅡ/4)が流行していたという点では状況はこの年と類似している。

表3 感染症発生動向調査の状況について

検体 No.	受付日	検査結果
91_survey_17	17. 8.16	GⅡ/3
123_survey_17	17.12.16	GⅡ/3
294_survey_17	17. 3.10	GⅡ/14
299_survey_17	17. 3.10	GⅡ/4
44_survey_18	18. 6. 7	GⅡ/4
85_survey_18	18.11. 1	GⅡ/4
87_survey_18	18.11.10	GⅡ/3
88_survey_18	18.11.10	GⅡ/3
89_survey_18	18.11.10	GⅡ/3
96_survey_18	18.11.16	GⅡ/4
104_survey_18	18.11.21	GⅡ/4
107_survey_18	18.11.22	GⅡ/4
108_survey_18	18.11.22	GⅡ/4
113_survey_18	18.11.24	GⅡ/4
146_survey_18	18.12. 5	GⅡ/4
235_survey_18	18. 1.10	GⅡ/4

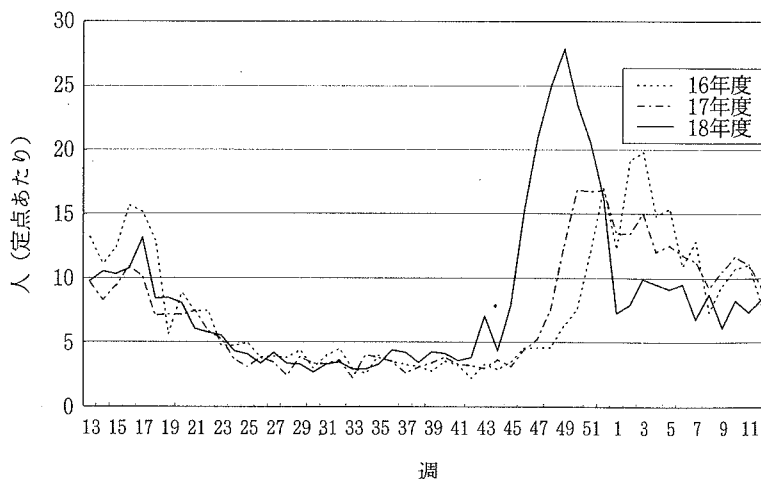


図4 感染症発生動向調査(感染性胃腸炎)

検出されたノロウイルス GⅡ/4 の capsid 領域を解析すると、平成17年度は、16年度に流行した GⅡ/4 と類似したタイプが検出されていたが、18年度に流行した GⅡ/4 は、16～17年度に検出された株とは遺伝子的に異なるタイプであった。さらに polymerase 領域を解析すると、16年～17年度に流行した GⅡ/4 は、全国⁶⁾および石川県⁷⁾のデータから ORF1 の配列に変異がみられるタイプであったが、18年度に流行した GⅡ/4 は、遺伝子的にさらに異なるタイプであり、GⅡ/4 がさらに変化して流行したと推察される。

一方、感染症発生動向調査(患者情報)での小児感染性胃腸炎の報告数は、ノロウイルスだけが原因とは限らないが、18年度は報告数の多かった16年度をさらに上回り、また、報告のピークも12月上旬と約1ヶ月前倒しとなった。1月以降の報告数は急激に減少したが、食中毒や施設内集団感染は10事例と依然多発傾向にあり、小児での流行のピークは過ぎてもそれ以外の年齢層では引き続きノロウイルスは流行していたと考えられた。

平成18年度は、ノロウイルス GⅡ/4 が16年度の流行に続き、規模を大きくして流行していたわけであるが、これは石川県に限らず全国的な状況であった⁷⁾。この GⅡ/4 は年次的に遺伝子変化しており、これが流行に影響を及ぼしている可能性も示唆されている⁸⁾。来年度以降も再度同じような流行が繰り返されることも予想され、今後も注意深く監視していきたい。

5 ま と め

(1) 平成17年度のノロウイルスによる胃腸炎の集団発生は9事例と平年並みであった。検出されたウイルスはすべて GⅡで、genotype は GⅡ/1, GⅡ/3, GⅡ/4, GⅡ/6 とさまざまであった。このうち GⅡ/4 は、16年

度に流行していたタイプと類似したものであった。

(2) 平成18年度のノロウイルスによる胃腸炎の集団発生は28事例と大幅に増加し、過去最高となった。流行の主流は16年度同様 GⅡ/4 であったが、解析の結果、16～17年度に検出された GⅡ/4 とは遺伝子的に異なるタイプであった。

(3) 感染症発生動向調査における感染性胃腸炎の定点あたりの報告数は、17年度では5～15人と平年なみに推移していたが、18年度は平年より早い12月上旬にピークを迎え、報告患者数も大幅に増加した。

文 献

- 1) 病原微生物検出情報月報, 24(2), 4—6 (2003)
- 2) 大矢英紀, 黒崎直子, 尾西 一: 石川県保健研報, 43, 10—16 (2006)
- 3) 病原微生物検出情報月報, 26(2), 1—2 (2005)
- 4) 山崎謙治, 大山 徹, 宇田川悦子, 川本尋義: 感染症学雑誌: 74, 470—475 (2001)
- 5) Kroneman A, Vennema H, Duijnhoven Y, Duizer E, Koopmans M: Eurosurveillance Weekly, 52 (2004)
- 6) 愛木智香子, 杉枝政明, 山下育孝, 福田伸治, 吉澄志磨, 西田知子, 田中俊光, 岩切 章, 田村 努, 大矢英紀, 秋山美穂, 岡部信彦, 西尾 治: 第53回日本ウイルス学会学術集会・総会プログラム・抄録集, 308 (2005)
- 7) 野田 衛, 山下和予: 衛生微生物技術協議会第28回研究会講演抄録集, 57 (2007)
- 8) Mineyuki Okada, Tomoko Ogawa, Ikuo Kaiho, Kunio Shinozaki: J Clin Microbiol, 43, 4391—4401 (2005)

〔資 料〕

石川県におけるインフルエンザ流行状況

—— 2006/2007シーズンについて ——

石川県保健環境センター健康・食品安全科学部

倉本 早苗・黒崎 直子
大矢 英紀・尾西 一

キーワード：インフルエンザウイルス

1 はじめに

インフルエンザは、毎年冬季に流行するウイルス性疾患として、馴染み深い感染症であり、多くの場合特に治療を行わなくとも1～2週間で自然治癒することから、インフルエンザの潜在的な怖さが十分には認識されていなかった。しかし、1997年の香港において、これまで鳥類にのみ感染すると考えられていた鳥インフルエンザウイルスの、ヒトへの直接伝播が確認されて以来、事態は一変し、近々にも新型インフルエンザウイルスの世界的大流行（パンデミック）が起きると危惧されている¹⁾。

当センターでは、国の感染症発生動向調査に基づき、年間を通してインフルエンザウイルスの検査を実施しており、これらのウイルス分離状況ならびに抗原分析等は次シーズンのワクチン株選定のために非常に重要である。

ここでは、2006/2007シーズンの石川県におけるインフルエンザの流行状況と、分離ウイルスの抗原性状について報告する。

2 材料と方法

2・1 患者発生状況

(1) 集団かぜ患者発生状況

県健康推進課が実施している、学校を対象とした「集団かぜ発生状況報告」により把握した。

(2) 定点医療機関におけるかぜ患者発生状況

感染症発生動向調査の、県内48定点医療機関（インフルエンザ定点19、小児科定点29）における、インフルエ

ンザ患者報告数で把握した。

2・2 ウイルス検査

(1) インフルエンザウイルス分離

患者の咽頭ぬぐい液または鼻汁を検体として、トリプシン添加 MDCK 細胞を用いて実施した。

(2) 分離ウイルスの型別と HA 抗原性状

国立感染症研究所より分与された2006/2007シーズン抗原解析用キットの感染フェレット抗血清と0.5%モルモット赤血球を用いて、赤血球凝集抑制（Hemagglutination inhibition:HI）試験により、型別および赤血球凝集素（Hemagglutinin:HA）の抗原性状を解析した。

なお、2006/2007シーズン抗原解析用キットで使用されたウイルス株は、平成18年度ワクチン株ウイルス A/New Caledonia/20/99（H1N1:Aソ連型）、A/Hiroshima/52/2005（H3N2:A香港型）、B/Malaysia/2506/2004（Victoria 系統株）、および参照株ウイルス B/shanghai/361/2002（山形系統株）の計4株であった。

3 結果と考察

3・1 集団かぜ

「集団かぜ発生状況報告」によると、2006/2007シーズンの集団かぜは、平成19年1月24日（平成19年第4週）に七尾市の和倉小学校で初めて発生した。その後患者数、施設数ともに増加し、2月25日～3月17日（第9週から11週）でピークとなり、5月6日（第18週）で一旦は終

Prevalence of Influenza during 2006-2007 Influenza Season in Ishikawa Prefecture. by KURAMOTO Sanae, KUROSAKI Naoko, OHYA Hideki and ONISHI Hajime (Health and Food Safety Department, Ishikawa Prefectural Institute of Public Health and Environmental Science)

Key words : Influenza virus

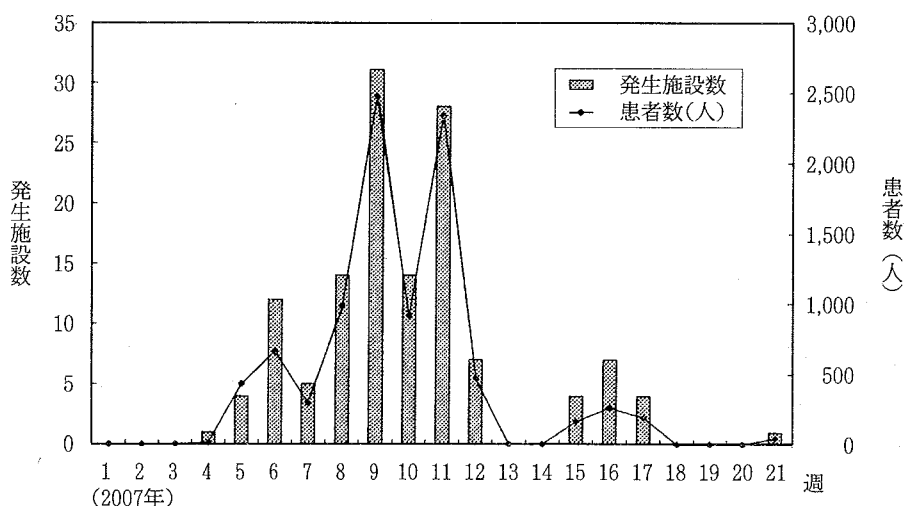


図1 集団かぜ発生状況(週別)

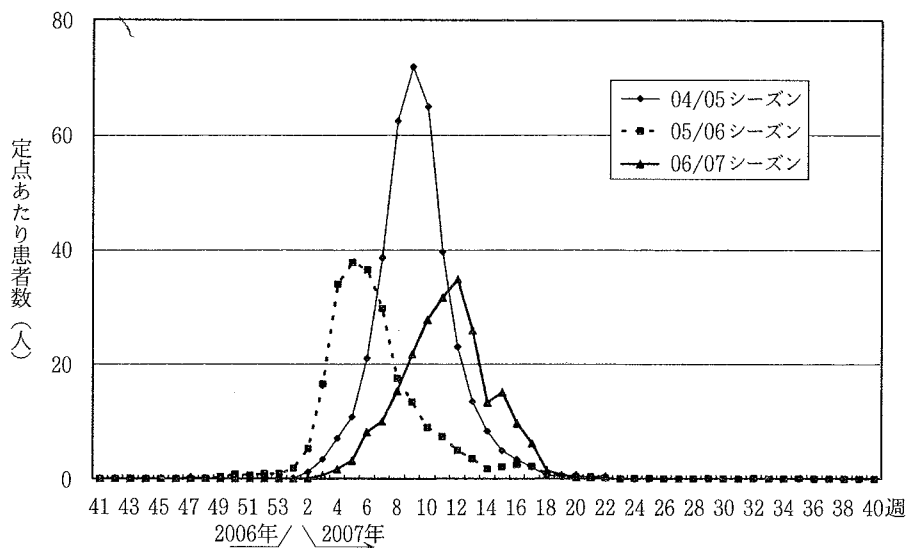


図2 定点医療機関におけるかぜ発生状況(週別)

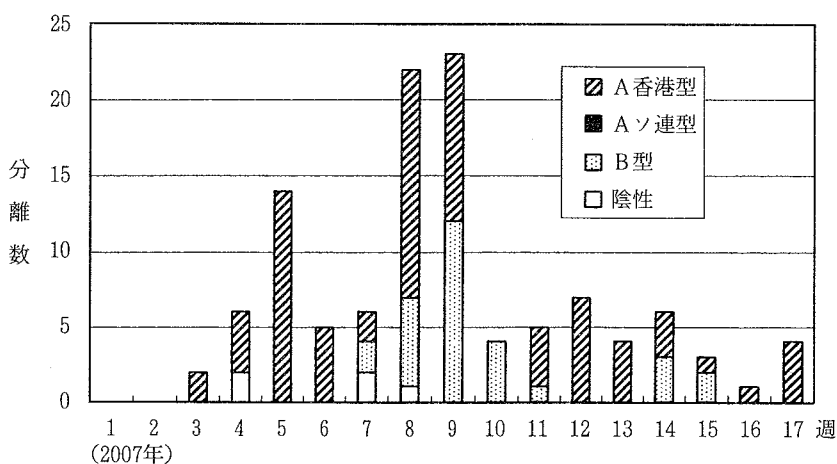


図3 インフルエンザ分離数(検体採取週別)

息したように思われた。しかし、5月22日(第21週)に1施設46人の患者報告があった。最終的に(6月11日現在)2006/2007シーズンの発生施設数は132施設、患者数は9,212人に達し(図1)、昨シーズン(発生施設115, 患者数9,077人)とほぼ同じであった²⁾。

3・2 定点医療機関におけるかぜ

(1) 患者発生状況

感染症発生動向調査のインフルエンザ患者報告は、18年第47週(11月20日～26日)にはじまり、集団かぜとほぼ同時期、19年第12週(3月19日～25日)が発生のピークであった。この週の、定点あたり患者数は34.9人で、昨シーズンのピーク時(37.9人)とほぼ同様であった²⁾。また、前2シーズンと比較すると、ピークは比較的低いが、例年よりも遅く、終息も遅れる傾向がみられ(図2)、第22週までに10,975人が報告され、その後も報告が続いている。なお、患者数は前シーズンの11,029人とほぼ同様であった。

(2) ウイルス検査結果

感染症発生動向調査の定点医療機関を受診した、散発のかぜ患者のうち、112人(検体採取週第21週分まで)についてウイルス分離検査を実施した。その結果107人からインフルエンザウイルスを分離した(分離率95.5%)。

分離したインフルエンザウイルスは、A型が77株、B型は30株であった。なお、A型は全てA香港型(H3N2)であった。今シーズン最初に分離されたインフルエンザウイルスはA香港型で、平成19年1月18日(第3週)採取の検体からであった。

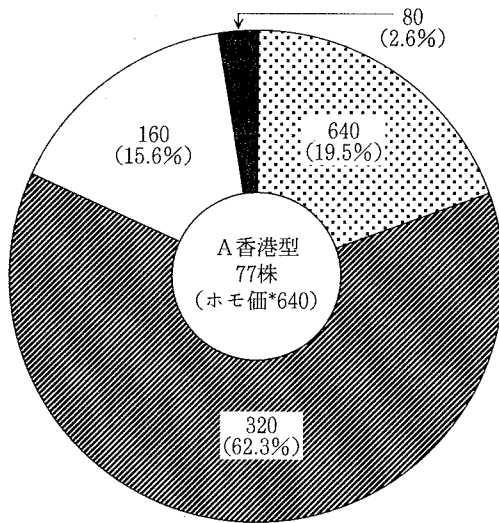


図4 A 香港型分離株の抗原性状 (HI 抗体価)

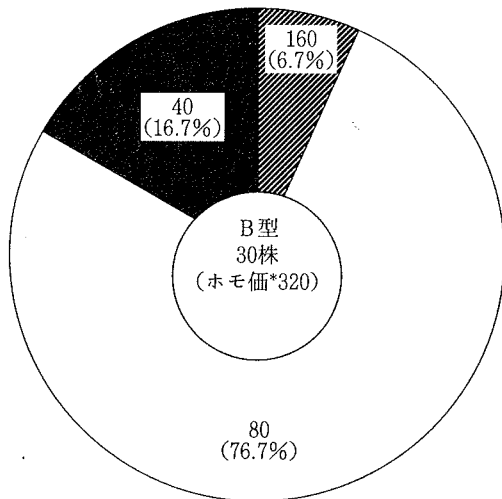


図5 B 型分離株の抗原性状 (HI 抗体価)

B型が初めて分離されたのは、2月14日(第7週)採取の検体からであった(図3)。

A 香港型77株のHA抗原性状は、ワクチン株A/Hiroshima/52/2005のHI抗体価のホモ価640に対して、80が2株(2.6%)、160が12株(15.6%)、320が48株(62.3%)、640が15株(19.5%)であり、ワクチン株とほとんど差がないウイルスが多かった(図4)。

B型30株はすべてワクチン株B/Malaysia/2506/2004のHI抗体価のホモ価320に対して、40が5株(16.7%)、80が23株(76.7%)、160が2株(6.7%)であり、ワクチン株のホモ価よりやや低いHI抗体価の類似株が多かった(図5)。

4 ま と め

(1) 2006/2007シーズンの集団かぜは、132施設で発生し、患者数は9,217人で、前シーズン(115施設、9,077人)とほぼ同じであった。

(2) 感染症発生動向調査のインフルエンザ患者報告数は10,975人で、前シーズン(11,029人)とほぼ同様であった。

(3) 定点医療機関から分離されたインフルエンザウイルスは、A 香港型が77株(72.0%)、B型が30株(28.0%)の2種類のみであった。

(4) 分離されたインフルエンザウイルスは、A 香港型は大半がワクチン株とほとんど差がないウイルスであり、B型はすべてワクチン株よりややHI抗体価の低い類似株が多かった。

文 献

- 1) 小澤 真, 河岡義裕: 感染症学雑誌, 80, 1—7 (2006)
- 2) 黒崎直子, 大矢英紀, 尾西 一: 石川保環研, 43, 65—67 (2006)

〔資 料〕

ふぐ卵巣ぬか漬けに含まれるテトロドキシンの 分析法について

石川県保健環境センター健康・食品安全科学部

小野 陽介・竹田 正美
新家 薫子・山岸 喜信

キーワード：ふぐ卵巣ぬか漬け，テトロドトキシン

1 はじめに

石川県では、以前よりふぐ卵巣のぬか漬けを特産品として製造・販売している。これは約半年から一年の塩漬後、さらに一年半から二年間ぬかに漬けたものである。昭和26年にこのふぐ卵巣ぬか漬けについて研究した石田ら¹⁾は、ふぐの臓器中でも特に毒作用の強い成熟卵巣が一応無毒な食品となる理由を、一つのたる中の卵巣間あるいは卵巣とぬかの間でふぐの毒の平均化がおり高い毒力を示さなくなることと、さらに長期のぬか漬け中に何らかの要因でふぐの毒の減少が起るためと結論付けている。

当県ではより一層の安全確保のため、平成18年6月に「石川県ふぐの処理等の規制に関する条例」（以下「ふぐ条例」という）を制定し、その中でふぐの卵巣ぬか漬けのようにふぐの有毒部位を含むものを食品として販売する際には毒性検査を行い、10MU/g以下であることを確認することを義務付けた。それに伴い、市場流通品について適正に検査が行われているかどうかを確認するため、収去試験を当センターで行うこととなった。

ふぐ毒（テトロドトキシン、以下「TTX」という）の検査法に関しては、公定試験法が厚生労働省によって定められている²⁾。その中では、塩蔵品や乾製品では多量の塩やエキス分が共存するためそれらの除去が必要であるとされている。しかし、塩やエキス分がマウスの毒性試験に及ぼす影響について記述はなく、また、卵巣のぬか漬けについては試験法に関する留意点等の記述もされていない。また、TTXの公定試験法では精製の工程

で減圧乾固を行うが、減圧乾固を行うときの溶液の加熱温度については公定法に記載がない。そこで、ふぐ卵巣ぬか漬けの毒性検査を行うにあたり、TTXの精製の必要性有無や精製法等について検討を行い、その結果を基に検査標準作業書（以下SOP）の策定を行ったのでそれについて報告する。

2 材料と方法

2・1 試料

ふぐ卵巣ぬか漬けの毒性試験方法の検討にあたり、ある程度毒性のあるふぐ卵巣加工品が必要となった。そこで、ふぐ卵巣加工業者から以下の検体提供を受けた。

「検体A」：半年間塩蔵を行った卵巣

「検体B」：3ヶ月の塩蔵（通常製品にする場合は塩蔵は半年以上）+3ヶ月間ぬか漬け（通常製品にする場合はぬか漬けは2年程度）を行った卵巣

「検体C」：10MU/gを超える毒力が検出された卵巣ぬか漬け（出荷前製品）

「検体C'」：検体Cと同一時期に卵巣を処理した（塩蔵を同じ樽で行い、別の樽でぬか漬けを行った）卵巣ぬか漬け

2・2 試験方法

公定法として規定されているふぐ毒試験法のフローチャートを図1に示す。図1に示されているように、通常塩蔵品、乾製品以外はふぐ組織磨砕物（乳鉢ですりつぶしたもの）を酢酸性下沸騰水浴中で加熱抽出するだけの操作である。これに対して、塩蔵品や乾製品は沸騰水浴中で加熱抽出した液を低濃度の水酸化ナトリウム水溶液で

Analytical method of Tetrodotoxin in Puffer Roe Pickled in Rice-bran. by ONO Yousuke, TAKEDA Masami, ARAIE Kaoru and YAMAGISHI Yoshinobu (Health and Food Safety Department, Ishikawa Prefectural Institute of Public Health and Environmental Science)

Key words : Puffer roe pickled in rice-bran, Tetrodotoxin

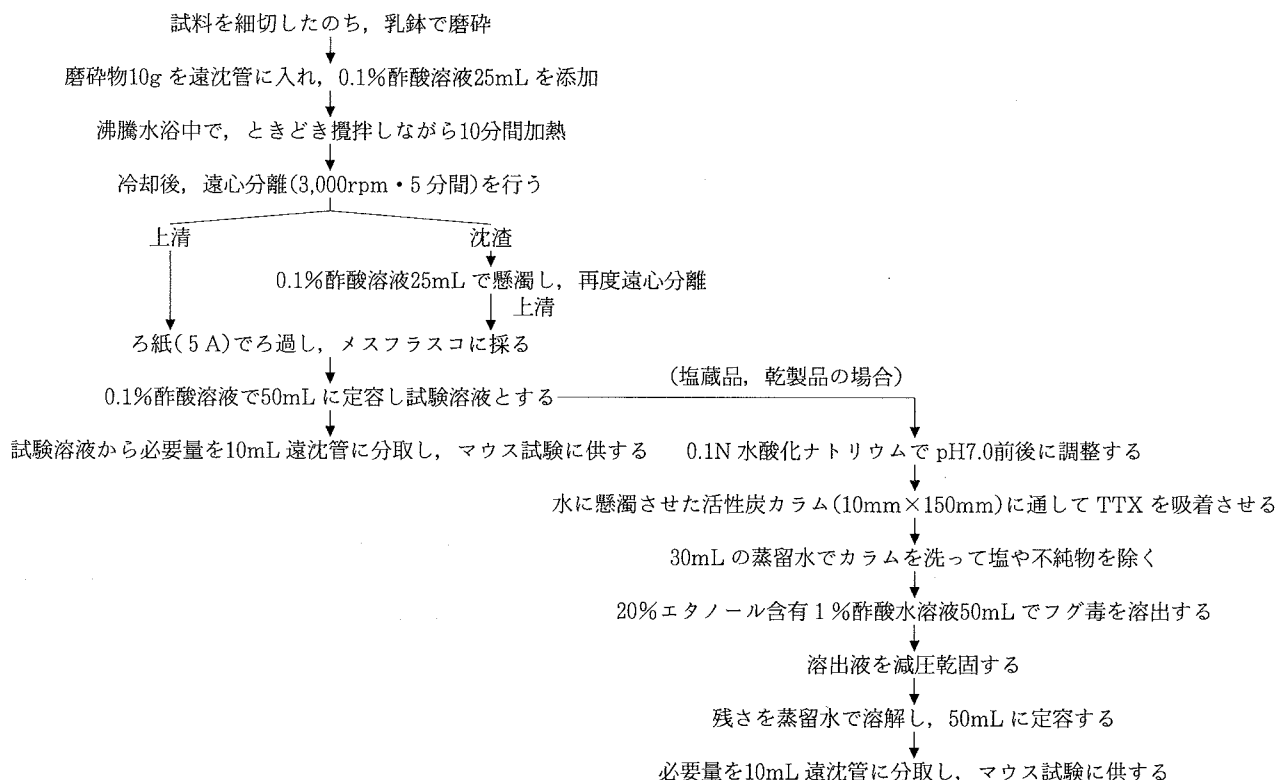


図 1 ふぐ毒検査のフローチャート

pH 7 前後に調整し、活性炭カラムを通して TTX を吸着させ、カラムを蒸留水で洗浄することで塩分やエキスを除去する。その後20%エタノール含有1%酢酸水溶液で TTX を溶出し、溶出液を乾固しその残渣を蒸留水に溶解させることとなっている。そこで SOP 作成にあたり、公定試験法の塩蔵品、乾製品を対象とした試験法に準拠し(1)活性炭カラムによる共存物質除去の必要性、(2)活性炭カラムの粒度差による精製効果への影響、(3)カラム溶出液の乾固操作についての検討を行った。

(1) 活性炭カラムによる共存物質除去の必要性の検討
 粒径の分布が297 μm 以上：30%，63～297 μm ：60%，63 μm 以下10%の活性炭（活性炭-1）をカラム（10×150mm）に充填する。検体 A，検体 B の加熱抽出液について活性炭カラムを用いて TTX を精製したあと、マウス毒性試験を実施した。対照としてカラム精製を行わない加熱抽出液をマウス試験に供し、結果を比較した。

(2) 活性炭カラムの粒径の差による精製効果への影響
 検体 C 及び C' の加熱抽出溶液を活性炭-1 を詰めたカラムと、200～1,000 μm のもの（活性炭-2）を詰めたカラムで同様に精製を行う。その2種類の精製溶液をマウス試験に供し、活性炭カラムの粒径が結果に影響を及ぼすかを検討した。

(3) カラム溶出液の乾固操作についての検討

カラムからの溶出液の乾固は公定法では減圧乾固を行うことになっている。その際の溶液の加熱温度については公定法に記載がない。乾固を行う溶液は20%エタノール含有1%酢酸水溶液であり、乾固を効率よく行うには十分な加熱が必要である。TTX は中性・酸性溶液中では熱に安定であるとされているため、突沸の恐れのある減圧乾固ではなく、高温になるが突沸の恐れのない沸騰水浴上での乾固の可能性を考えた。そこで、50℃で加温を行った減圧乾固と蒸発皿を用い沸騰水浴上で乾固を行った場合の試験結果に及ぼす影響を検討した。

3 結果及び考察

(1) 活性炭カラムによる共存物質除去の必要性の検討
 ふぐ卵巣ぬか漬け中の TTX をマウス試験法で測定する際、活性炭カラムによる共存物質の除去が必要であるかの検討を行った。ふぐ卵巣のぬか漬けは、ぬか漬けされる前に塩蔵されるため、共存物質として食塩が多く含まれることが予想された。また、卵巣には油分やエキスを多く含まれている。塩分に関しては、実際にふぐ卵巣ぬか漬け品の水抽出液中の塩分を塩分計で簡易測定してみると平均で1.5%程度の塩分を含むことが分かった。塩分等の共存物質がマウス試験に及ぼす影響を検討する

表 1 活性炭カラム精製による毒力値の変化
(MU/g)

	検体 A	検体 B
カラム精製あり	9.10	9.25
カラム精製なし	5.95	5.60

ともに n=3 の平均値

表 2 活性炭カラムに用いる活性炭の粒径による毒力値への影響
(MU/g)

	活性炭-1			活性炭-2		
	1 回目	2 回目	平均	1 回目	2 回目	平均
検体 C	18.09	16.66	16.99	16.74	16.22	15.76
検体 C'	15.67	17.53		15.48	14.60	

表 3 カラム溶出液の乾固方法の違いによる
毒力値への影響

	(MU/g)			
	乾固方法	1 回目	2 回目	平均
検体 C	減圧乾固(50°C)	15.15	17.78	16.47
	沸騰水浴上	10.71	11.01	10.86

ため検体 A 及び、検体 B を用い、それぞれ活性炭カラムでの精製操作あり、なしでマウス試験を行った。その結果を表 1 に示す。結果より、活性炭カラムによる精製を行わないとマウス致死時間が延長され、毒力が低く出る傾向があり、食塩等の共存物質の影響が明らかになった。なお、共存物質については小沢らが、食塩が含まれることによって試料中の浸透圧が上昇し腹腔内からの毛細血管中への TTX の吸収が遅れることによるものが主要な原因と考えられる³⁾と報告しており、本実験での結果も食塩による影響ではないかと推定される。このことから、ふぐ卵巣ぬか漬け中の TTX をマウス試験で測定する場合活性炭カラムによる共存物質（特に食塩）の除去操作が必要であることが分かった。

また、マウスを使った試験では、このようにマウスの生体反応などの影響を受けるため、TTX を直接的に測定する機器分析法の検討も必要である。

(2) カラムに用いる活性炭の粒径に関する検討

活性炭カラムに用いる活性炭の粒径に関して公定法には特に記載されていない。そこで、活性炭の粒径の分布が 297 μm 以上 : 30%, 63~297 μm : 60%, 63 μm 以下 10% のもの（活性炭-1）と 200~1,000 μm のもの（活性炭-2）の 2 種類の活性炭を使用し、活性炭カラムの粒径が結果に影響を及ぼすかを検討した。検討結果を表 2 に

示す。カラムに詰めた活性炭-1 と活性炭-2 の精製への影響について検討するため、活性炭-1 と活性炭-2 のデータ 4 つずつの平均値（活性炭-1 : 16.99, 活性炭-2 : 15.76）について差の差は 1.23 MU/g と小さい。この両者の差の有意性について検討した。F 検定により等分散仮説が棄却されず ($p=0.83>0.05$)、両者の等分散性が確認されたことから、平均値について対応する t 検定を行ったところ非有意であった ($p=0.13>0.05$)。この結果より、カラムに用いる活性炭の粒径は結果に大きな影響を与えないことが分かった。

一方、操作性の面では、活性炭の粒径が小さいと、カラム管に詰めるために水に懸濁させた時に水に浮きカラム管に詰めることが出来ないような状態であったり、サンプルをアプライすると目詰まりを起こし、精製操作に非常に時間が掛かったりと操作性が非常に悪いことが分かった。しかし、活性炭-2 用いた場合、カラム管への活性炭を詰める操作の時間が短縮し、さらにサンプルをアプライしても目詰まりする事もなく、操作性が向上することが分かった。

以上のことから当センターにおける SOP では粒度 200~1,000 を採用することとした。

(3) カラム溶出液の乾固操作についての検討

2・1(2)で示した検体 C を用いて、図 1 の通り加熱抽出、活性炭カラムによる精製を行って得られた溶出液を 50°C で減圧乾固した場合と沸騰水浴上で加熱乾固した場合で、マウス試験の結果を比較した。その結果、表 3 に示すように沸騰水浴上で蒸発乾固を行うと、同一検体でも毒力が低くなることが分かった。過去に TTX の加熱による影響については、安定である酸性条件下でも 30 分以上の沸騰水浴上の加熱で最大 20% の減毒効果があることが報告されている⁴⁾。今回は、乾固まで 30 分以上の時間を要しており、減毒も 30% を越えるものとなった。

以上のことから、当センターにおける SOP では 50°C 減圧乾固を採用することとした。

今回の試験法の検討により作成した当センターの SOP を図 2 に示す。

4 ま と め

(1) 石川県の特産品である「ふぐ卵巣ぬか漬け」中の TTX をマウス試験で測定する際は、活性炭カラムによる精製操作が必要であった。また、用いる活性炭の粒径は試験結果にほとんど影響しないことが分かった。

(2) TTX は中性、酸性溶液中では熱に安定であるとされているが、100°C 30 分間の加熱で TTX は 30% 程度分

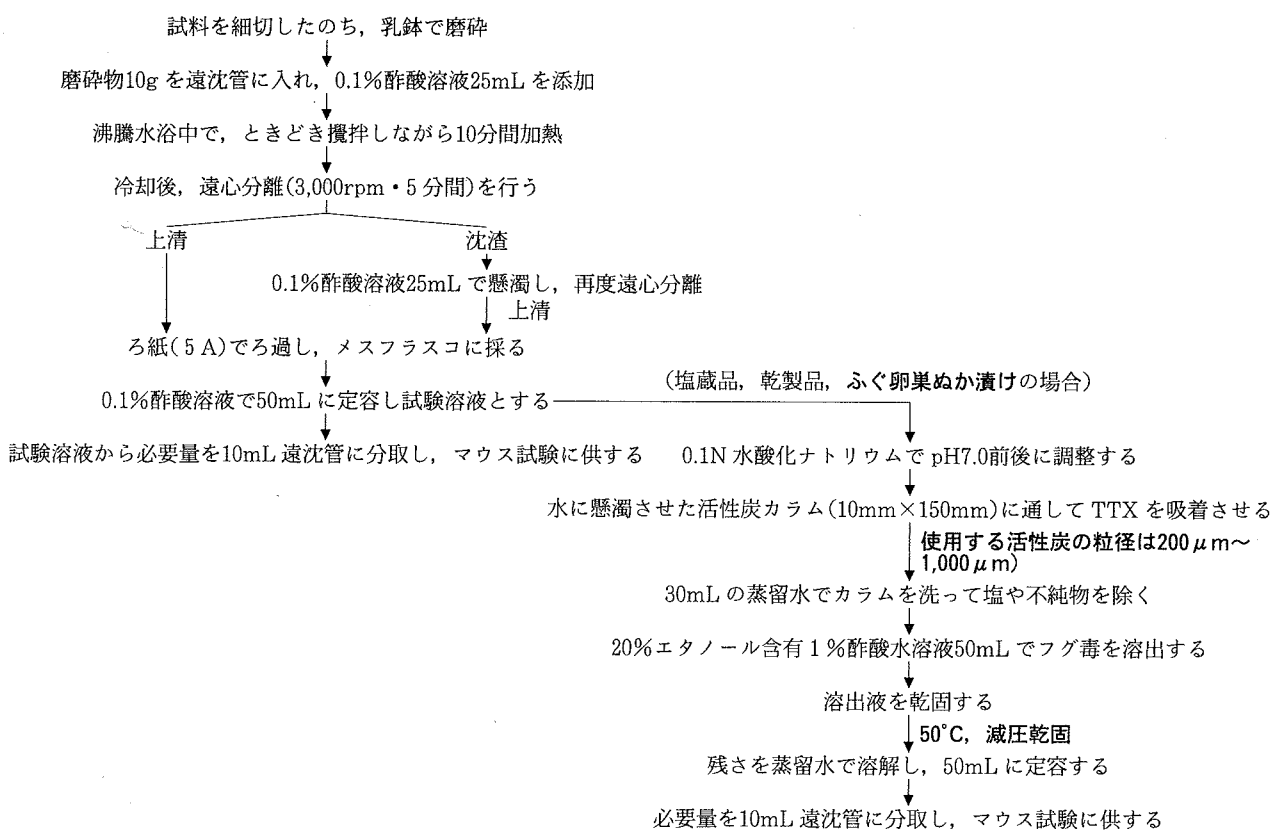


図 2 ふぐ毒検査のための SOP

解されることが明らかとなった。

(3) マウスを用いた試験では、マウスの生体反応や個体差による実験結果への影響は避けられず、機器分析を用いたTTX分析の検討を行っていく必要性が感じられた。

文 献

- 1) 右田正男, 橋本芳郎: 日水誌, 16, 335～340 (1951)
- 2) 厚生労働省監修: 食品衛生検査指針2005, p661～

666

- 3) 小沢千重子: 食衛誌, 24, 258～262 (1983)
- 4) 瀧 祐一, 局 伸夫, 森崎澄江, 溝腰利夫, 首藤真寿美, 藤井幹久, 山田謙吾, 林 薫: 食衛誌, 27, 573～577 (1986)
- 5) 日本薬学会編: 衛生試験法・注解2005, p 278～285 (2005)

〔資 料〕

農産物中の残留農薬実態調査(1998年度～2006年度)

—— 農産物中の残留農薬実態調査の結果集計 ——

石川県保健環境センター健康・食品安全科学部

織田 敏郎・吉村 瑞江
宮本 麻美・砺波 和子

キーワード：残留農薬，農産物，実態調査

1 はじめに

食品中の残留農薬に係る規制は、年々強化され、規制対象農薬も逐次追加されてきたところであり、平成18年5月29日からは、いわゆるポジティブリスト制度が施行されたところである。当センターでは、残留農薬検査業務を正確・迅速に遂行するため、順次、簡便な多成分一斉分析法等を検討・開発し、検査実施標準作業書に反映することにより、残留農薬検査の充実を図ってきた。

農産物中の農薬の残留実態については、平成6年度から9年度について取りまとめ報告¹⁾したところであり、今回は、平成10年度から18年度の9年間に実施した検査結果を取りまとめたので報告する。

2 調査方法

2・1 試料

分析に供した試料は、平成10年6月から平成18年3月に市場で収去及び購入した農産物330検体(48品目)である。産地別では、国内産218検体(32品目)、輸入品106検体(23品目)、不明6検体(6品目)である。(表1)

2・2 試薬及び標準品

試薬は残留農薬試験用、HPLC用又は特級品を用いた。

標準品は、和光純薬(株)、林純薬(株)又は関東化学(株)を用いた。

2・3 測定農薬

測定農薬は表2に示した228農薬である。

2・4 試験方法

公定法又は公定法に準じて作成した当センターの検査実施標準作業書により行った。

3 結果及び考察

3・1 農薬別検出状況

農薬別検出状況を表2に示した。

検査した228農薬(延べ検査農薬数：21,664農薬)のうち残留基準を超過したものはなかったが、平成16年度に「なす」からテブフェンピラド(殺虫剤)が0.5ppmと基準値と同濃度で検出されたものを含めて47種類の農薬(主な用途 殺虫剤(ダニ駆除剤、線虫駆除剤を含む)：29種、殺菌剤：16種、除草剤2種)、延べ141農薬(検出率0.7%)が検出された。なお、国内産では34種類の農薬(主な用途 殺虫剤(ダニ駆除剤、線虫駆除剤を含む)：21種、殺菌剤：13種、除草剤0種)、延べ64農薬(検出率0.4%)、輸入品では22種類の農薬(主な用途 殺虫剤(ダニ駆除剤、線虫駆除剤を含む)：14種、殺菌剤：6種、除草剤2種)、延べ76農薬(検出率1.2%)が検出された。

厚生労働省が公表した最新のデータである平成14年度農産物中の残留農薬検査結果²⁾では、検出率が0.36%(国産産0.44%、輸入品0.34%)であり、当センターの結果は輸入品において若干高い傾向であった。

検出率が高い農薬は、国内産ではスピロジクロフェン(ダニ駆除剤)、プロパルギット(ダニ駆除剤)、トリシクラゾール(殺菌剤)、ジノテフラン(殺虫剤)、クロルフェナピル(殺虫剤)であり、輸入品では臭素(臭化メ

Survey of Pesticide Residue in Agricultural Products (April 1998～March 2007) by ODA Toshiro, YOSHIMURA Mizue, MIYAMOTO Asami and TONAMI Kazuko (Health and Food Safety Department, Ishikawa Prefectural Institute of Public Health and Environmental Science)

Key words : Pesticide Residue, Agricultural Products, Survey

表 1 検 査 試 料 の 内 訳

分 類	農 産 物 名		検 体 数				分 類	農 産 物 名		検 体 数			
			総数	国内産	輸入品	不明				総数	国内産	輸入品	不明
穀 類	1	玄米	18	18			果実類	1	みかん	8	8		
野菜類	1	ばれいしょ	16	15		1		2	レモン	7		7	
	2	さといも	4	2	2			3	オレンジ	10		9	1
	3	かんしょ	4	4				4	グレープフルーツ	9		8	1
	4	やまいも	1	1				5	いよかん	8	8		
	5	だいこん（根）	16	16				6	はっさく	1	1		
	6	かぶ（根）	1	1				7	りんご	9	9		
	7	はくさい	13	13				8	日本なし	9	9		
	8	キャベツ	15	14		1		9	もも	3	3		
	9	こまつな	3	3				10	チェリー	5		5	
	10	ブロッコリー	11	1	10			11	いちご	2	2		
	11	菜の花	1		1			12	ぶどう	9	9		
	12	ごぼう	3	1	2			13	かき	2	2		
	13	レタス	7	7				14	バナナ	19		19	
	14	たまねぎ	9	7	2			15	キウイ	5		5	
	15	ねぎ	10	9	1			16	パイナップル	5		4	1
	16	にんにく	5		4	1	小 計		111	51	57	3	
	17	アスパラガス	5		5		総 計		330	218	106	6	
	18	にんじん	8	8			年 度 別 内 訳	平成10年度		34	21	10	3
	19	トマト	9	9				平成11年度		37	24	13	
	20	ピーマン	4		4			平成12年度		37	24	12	1
	21	なす	9	9				平成13年度		37	23	13	1
	22	きゅうり	9	9				平成14年度		37	22	14	1
	23	かぼちゃ	15	8	7			平成15年度		37	24	13	
	24	すいか	9	9				平成16年度		37	24	13	
	25	メロン	2	2				平成17年度		37	24	13	
	26	ほうれんそう	2	1	1		平成18年度		37	32	5		
	27	オクラ	1		1		総 計		330	218	106	6	
	28	しょうが	1		1								
	29	未成熟えんどう	1		1								
	30	未成熟いんげん	2		2								
	31	しいたけ	5		5								
小 計			201	149	49	3							

チル：殺虫剤）、イマザリル（殺菌剤）、2,4-D（除草剤）、クロチアニジン（殺虫剤）、カルバリル（殺虫剤）であった。

今回、検出率が高かった上位 5 農薬は、国内産ではクロルフェナピル以外が、輸入品ではクロチアニジンとカルバリルが、検査件数が比較的少ないため、1 回の検出で上位にランクされた。ちなみに複数回検出された農薬で検出率が上位の 5 農薬は、国内産では、クロルフェナピルのほかプロシミドン（殺菌剤）、アセフェート（殺虫剤）、臭素、テブフェンピラド（殺虫剤）であり、輸

入品では、臭素、イマザリル、2,4-D のほかクロルピリホスとプロシミドンであった。なお、これらの農薬のうち国内産のテブフェンピラド、輸入品のイマザリル、カルバリル及びクロルピリホス以外は、平成11年度以降に新たに検査を始めた農薬であった。

なお、検査実施農薬の種類数は、前回報告では105農薬であったが、今回は、平成10年度が89農薬、その後順次増加し平成18年度には217農薬、報告期間全体で228農薬であった。

表 2 農 薬 検 出 状 況

農 薬 名	総 数			国 内 産			輸 入 品			不 明		
	検査数	検出数	検出率 (%)	検査数	検出数	検出率 (%)	検査数	検出数	検出率 (%)	検査数	検出数	検出率 (%)
1 γ-BHC (リンデンをいう。)	10	0	0.0	5	0	0.0	5	0	0.0	0	0	
2 BHC	206	0	0.0	161	0	0.0	43	0	0.0	2	0	0.0
3 2,4-D	75	6	8.0	50	0	0.0	24	6	25.0	1	0	0.0
4 DCIP	1	0	0.0	1	0	0.0	0	0		0	0	
5 DDT	205	0	0.0	160	0	0.0	43	0	0.0	2	0	0.0
6 EPN	172	0	0.0	142	0	0.0	28	0	0.0	2	0	0.0
7 2,4,5-T	189	0	0.0	117	0	0.0	70	0	0.0	2	0	0.0
8 アクリナトリン	81	0	0.0	56	0	0.0	25	0	0.0	0	0	
9 アジムスルフロン	22	0	0.0	17	0	0.0	5	0	0.0	0	0	
10 アセタミプリド	106	2	1.9	90	2	2.2	16	0	0.0	0	0	
11 アセフェート	120	5	4.2	82	4	4.9	37	1	2.7	1	0	0.0
12 アゾキシストロビン	101	1	1.0	79	1	1.3	21	0	0.0	1	0	0.0
13 アゾシクロチン及びシヘキサチン	10	0	0.0	5	0	0.0	5	0	0.0	0	0	
14 シヘキサチン	161	0	0.0	97	0	0.0	62	0	0.0	2	0	0.0
15 アラクロール	31	0	0.0	26	0	0.0	5	0	0.0	0	0	
16 アルジカルブ	109	0	0.0	60	0	0.0	46	0	0.0	3	0	0.0
17 アルドリノ及びディルドリン	186	0	0.0	152	0	0.0	32	0	0.0	2	0	0.0
18 イソキサジフェンエチル	5	0	0.0	0	0		5	0	0.0	0	0	
19 イソフェンホス	111	0	0.0	50	0	0.0	57	0	0.0	4	0	0.0
20 イソプロカルブ	33	0	0.0	28	0	0.0	5	0	0.0	0	0	
21 イナベンフィド	34	0	0.0	29	0	0.0	5	0	0.0	0	0	
22 イプロジオン	319	3	0.9	208	2	1.0	105	1	1.0	6	0	0.0
23 イマザリル	168	19	11.3	104	1	1.0	62	18	29.0	2	0	0.0
24 イマゾスルフロン	15	0	0.0	10	0	0.0	5	0	0.0	0	0	
25 イミダクロプリド	33	0	0.0	28	0	0.0	5	0	0.0	0	0	
26 インダノファン	15	0	0.0	10	0	0.0	5	0	0.0	0	0	
27 ウニコナゾール P	28	0	0.0	23	0	0.0	5	0	0.0	0	0	
28 エスプロカルブ	34	0	0.0	29	0	0.0	5	0	0.0	0	0	
29 エチオフェンカルブ	209	0	0.0	151	0	0.0	55	0	0.0	3	0	0.0
30 エディフェンホス	34	0	0.0	29	0	0.0	5	0	0.0	0	0	
31 エトキサゾール	61	0	0.0	47	0	0.0	14	0	0.0	0	0	
32 エトフェンブロックス	119	2	1.7	101	2	2.0	18	0	0.0	0	0	
33 エトプロホス	130	0	0.0	95	0	0.0	32	0	0.0	3	0	0.0
34 エトベンザニド	15	0	0.0	10	0	0.0	5	0	0.0	0	0	
35 エトリムホス	295	0	0.0	186	0	0.0	104	0	0.0	5	0	0.0
36 エマメクチン安息香酸塩	41	0	0.0	33	0	0.0	8	0	0.0	0	0	
37 エンドスルファン	21	0	0.0	16	0	0.0	5	0	0.0	0	0	
38 エンドリン	186	0	0.0	152	0	0.0	32	0	0.0	2	0	0.0
39 オキサジキシル	23	0	0.0	18	0	0.0	5	0	0.0	0	0	
40 オキサジクロメホン	14	0	0.0	9	0	0.0	5	0	0.0	0	0	
41 オキサミル	250	0	0.0	161	0	0.0	83	0	0.0	6	0	0.0
42 オキシフルオルフェン	6	0	0.0	1	0	0.0	5	0	0.0	0	0	
43 カズサホス	64	0	0.0	40	0	0.0	23	0	0.0	1	0	0.0
44 カフェンストロール	21	0	0.0	16	0	0.0	5	0	0.0	0	0	
45 カプタホール	222	0	0.0	141	0	0.0	79	0	0.0	2	0	0.0
46 カルバリル	133	1	0.8	125	0	0.0	6	1	16.7	2	0	0.0
47 カルプロバミド	22	0	0.0	17	0	0.0	5	0	0.0	0	0	
48 キナルホス	126	1	0.8	65	1	1.5	58	0	0.0	3	0	0.0

表2のつづき

農 薬 名	総 数			国 内 産			輸 入 品			不 明		
	検査数	検出数	検出率 (%)	検査数	検出数	検出率 (%)	検査数	検出数	検出率 (%)	検査数	検出数	検出率 (%)
49 キノメチオネート	183	0	0.0	123	0	0.0	56	0	0.0	4	0	0.0
50 キャプタン	47	1	2.1	42	1	2.4	5	0	0.0	0	0	
51 クミルロン	26	0	0.0	21	0	0.0	5	0	0.0	0	0	
52 グリホサート	4	0	0.0	4	0	0.0	0	0		0	0	
53 グルホシネート	4	0	0.0	4	0	0.0	0	0		0	0	
54 クレソキシムメチル	99	0	0.0	67	0	0.0	31	0	0.0	1	0	0.0
55 クロチアニジン	24	1	4.2	19	0	0.0	5	1	20.0	0	0	
56 クロフェンテジン	142	0	0.0	86	0	0.0	53	0	0.0	3	0	0.0
57 クロルスルフロ	17	0	0.0	12	0	0.0	5	0	0.0	0	0	
58 クロルピリホス	309	17	5.5	199	5	2.5	104	12	11.5	6	0	0.0
59 クロルフェナビル	105	6	5.7	100	6	6.0	5	0	0.0	0	0	
60 クロルフェンビンホス	184	0	0.0	138	0	0.0	42	0	0.0	4	0	0.0
61 クロルフルアズロン	278	0	0.0	169	0	0.0	104	0	0.0	5	0	0.0
62 クロルプロファム	139	0	0.0	97	0	0.0	38	0	0.0	4	0	0.0
63 クロロタロニル	125	0	0.0	87	0	0.0	37	0	0.0	1	0	0.0
64 クロルベンジレート	41	0	0.0	22	0	0.0	19	0	0.0	0	0	
65 酸化フェンブタスズ	83	1	1.2	59	1	1.7	24	0	0.0	0	0	
66 シアゾファミド	20	0	0.0	15	0	0.0	5	0	0.0	0	0	
67 シアナジン	41	0	0.0	24	0	0.0	15	0	0.0	2	0	0.0
68 ジェトフェンカルブ	274	1	0.4	165	1	0.6	104	0	0.0	5	0	0.0
69 ジクロシメット	9	0	0.0	4	0	0.0	5	0	0.0	0	0	
70 シクロスルファムロン	17	0	0.0	12	0	0.0	5	0	0.0	0	0	
71 ジクロフルアニド	216	2	0.9	139	2	1.4	72	0	0.0	5	0	0.0
72 ジクロメジン	20	0	0.0	15	0	0.0	5	0	0.0	0	0	
73 ジクロルボス及びナレド	35	0	0.0	30	0	0.0	5	0	0.0	0	0	
74 ジクロルボス	293	0	0.0	186	0	0.0	101	0	0.0	6	0	0.0
75 ジコホール	64	1	1.6	54	0	0.0	10	1	10.0	0	0	
76 ジノテフラン	18	1	5.6	16	1	6.3	2	0	0.0	0	0	
77 シハロトリン	299	0	0.0	187	0	0.0	106	0	0.0	6	0	0.0
78 シハロホップブチル	21	0	0.0	16	0	0.0	5	0	0.0	0	0	
79 ジフェノコナゾール	91	0	0.0	63	0	0.0	27	0	0.0	1	0	0.0
80 シフルトリン	256	0	0.0	180	0	0.0	72	0	0.0	4	0	0.0
81 ジフルフェニカン	39	0	0.0	22	0	0.0	17	0	0.0	0	0	
82 ジフルベンズロン	152	1	0.7	102	0	0.0	46	1	2.2	4	0	0.0
83 シプロコナゾール	77	0	0.0	58	0	0.0	19	0	0.0	0	0	
84 シプロジニル	61	1	1.6	52	1	1.9	9	0	0.0	0	0	
85 シベルメトリン	278	5	1.8	196	5	2.6	78	0	0.0	4	0	0.0
86 ジメチルビンホス	34	0	0.0	29	0	0.0	5	0	0.0	0	0	
87 ジメテナミド	18	0	0.0	13	0	0.0	5	0	0.0	0	0	
88 ジメトエート	65	0	0.0	59	0	0.0	5	0	0.0	1	0	0.0
89 ジメトモルフ	48	0	0.0	40	0	0.0	7	0	0.0	1	0	0.0
90 シメトリン	15	0	0.0	10	0	0.0	5	0	0.0	0	0	
91 シモキサニル	51	0	0.0	43	0	0.0	7	0	0.0	1	0	0.0
92 臭素	106	21	19.8	55	2	3.6	50	18	36.0	1	1	100.0
93 シラフルオフェン	34	0	0.0	29	0	0.0	5	0	0.0	0	0	
94 スピロジクロフェン	8	1	12.5	3	1	33.3	5	0	0.0	0	0	
95 ゾキサミド	9	0	0.0	4	0	0.0	5	0	0.0	0	0	
96 ターバシル	51	0	0.0	31	0	0.0	20	0	0.0	0	0	

表2のつづき

農 薬 名	総 数			国 内 産			輸 入 品			不 明		
	検査数	検出数	検出率 (%)	検査数	検出数	検出率 (%)	検査数	検出数	検出率 (%)	検査数	検出数	検出率 (%)
97 ダイアジノン	222	0	0.0	185	0	0.0	35	0	0.0	2	0	0.0
98 ダイムロン	21	0	0.0	16	0	0.0	5	0	0.0	0	0	
99 チオベンカルブ	200	0	0.0	144	0	0.0	53	0	0.0	3	0	0.0
100 チフルザミド	17	0	0.0	12	0	0.0	5	0	0.0	0	0	
101 テトラコナゾール	58	1	1.7	47	1	2.1	11	0	0.0	0	0	
102 デニルクロール	34	0	0.0	29	0	0.0	5	0	0.0	0	0	
103 テブコナゾール	47	1	2.1	30	0	0.0	17	1	5.9	0	0	
104 テブフェノジド	32	0	0.0	27	0	0.0	5	0	0.0	0	0	
105 テブフェンピラド	139	4	2.9	99	3	3.0	38	1	2.6	2	0	0.0
106 テフルトリン	70	0	0.0	64	0	0.0	5	0	0.0	1	0	0.0
107 テフルベンズロン	212	0	0.0	160	0	0.0	51	0	0.0	1	0	0.0
108 デルタメトリン及びトラロメトリン	23	1	4.3	18	1	5.6	5	0	0.0	0	0	
109 デルタメトリン	252	1	0.4	166	0	0.0	81	1	1.2	5	0	0.0
110 テルブホス	54	0	0.0	32	0	0.0	22	0	0.0	0	0	
111 トラロメトリン	230	0	0.0	144	0	0.0	83	0	0.0	3	0	0.0
112 トリアジメノール	36	0	0.0	31	0	0.0	5	0	0.0	0	0	
113 トリアゾホス	49	0	0.0	40	0	0.0	9	0	0.0	0	0	
114 トリクラミド	181	0	0.0	126	0	0.0	52	0	0.0	3	0	0.0
115 トリクロルホン	276	0	0.0	185	0	0.0	88	0	0.0	3	0	0.0
116 トリシクラゾール	17	1	5.9	12	1	8.3	5	0	0.0	0	0	
117 トリフルミゾール	277	0	0.0	169	0	0.0	103	0	0.0	5	0	0.0
118 トリフルラリン	275	0	0.0	184	0	0.0	88	0	0.0	3	0	0.0
119 トルクロホスメチル	298	0	0.0	186	0	0.0	106	0	0.0	6	0	0.0
120 トルフェンピラド	19	0	0.0	14	0	0.0	5	0	0.0	0	0	
121 鉛及びその化合物	8	0	0.0	8	0	0.0	0	0		0	0	
122 ノバルロン	12	0	0.0	7	0	0.0	5	0	0.0	0	0	
123 バクロブトラゾール	90	0	0.0	57	0	0.0	33	0	0.0	0	0	
124 バミドチオン	103	1	1.0	86	1	1.2	15	0	0.0	2	0	0.0
125 パラチオン	230	0	0.0	182	0	0.0	46	0	0.0	2	0	0.0
126 パラチオンメチル	303	0	0.0	191	0	0.0	106	0	0.0	6	0	0.0
127 ハルフェンプロックス	69	0	0.0	40	0	0.0	27	0	0.0	2	0	0.0
128 ハロスルフロンメチル	30	0	0.0	22	0	0.0	8	0	0.0	0	0	
129 ビオレスメトリン	5	0	0.0	5	0	0.0	0	0		0	0	
130 ピコリナフェン	5	0	0.0	0	0		5	0	0.0	0	0	
131 ヒ素及びその化合物	7	0	0.0	7	0	0.0	0	0		0	0	
132 ビテルタノール	73	1	1.4	46	0	0.0	27	1	3.7	0	0	
133 ビフェノックス	27	0	0.0	21	0	0.0	5	0	0.0	1	0	0.0
134 ビフェントリン	174	0	0.0	123	0	0.0	50	0	0.0	1	0	0.0
135 ピペロホス	5	0	0.0	0	0		5	0	0.0	0	0	
136 ピラクロホス	143	0	0.0	112	0	0.0	27	0	0.0	4	0	0.0
137 ピラゾキシフェン	33	0	0.0	29	0	0.0	4	0	0.0	0	0	
138 ピラゾホス	10	0	0.0	5	0	0.0	5	0	0.0	0	0	
139 ピラフルフェンエチル	56	0	0.0	43	0	0.0	13	0	0.0	0	0	
140 ピリダフェンチオン	15	0	0.0	10	0	0.0	5	0	0.0	0	0	
141 ピリダベン	208	0	0.0	125	0	0.0	78	0	0.0	5	0	0.0
142 ピリダリル	17	0	0.0	12	0	0.0	5	0	0.0	0	0	
143 ビリフェノックス	109	0	0.0	65	0	0.0	41	0	0.0	3	0	0.0
144 ビリブチカルブ	22	0	0.0	17	0	0.0	5	0	0.0	0	0	

表2のつづき

農 薬 名	総 数			国 内 産			輸 入 品			不 明		
	検査数	検出数	検出率 (%)	検査数	検出数	検出率 (%)	検査数	検出数	検出率 (%)	検査数	検出数	検出率 (%)
145 ピリプロキシフェン	39	0	0.0	26	0	0.0	13	0	0.0	0	0	
146 ピリミカーブ	277	0	0.0	176	0	0.0	95	0	0.0	6	0	0.0
147 ビリミジフェン	42	0	0.0	29	0	0.0	13	0	0.0	0	0	
148 ビリミノバックメチル	23	0	0.0	17	0	0.0	6	0	0.0	0	0	
149 ビリミホスメチル	300	0	0.0	191	0	0.0	103	0	0.0	6	0	0.0
150 ビリメタニル	63	0	0.0	42	0	0.0	21	0	0.0	0	0	
151 ピレトリン	304	0	0.0	193	0	0.0	105	0	0.0	6	0	0.0
152 ピロキロン	7	0	0.0	2	0	0.0	5	0	0.0	0	0	
153 ファモキサドン	20	0	0.0	15	0	0.0	5	0	0.0	0	0	
154 フィプロニル	51	0	0.0	34	0	0.0	17	0	0.0	0	0	
155 フェナリモル	274	1	0.4	165	1	0.6	104	0	0.0	5	0	0.0
156 フェントロチオン	270	0	0.0	190	0	0.0	75	0	0.0	5	0	0.0
157 フェノキサニル	7	0	0.0	2	0	0.0	5	0	0.0	0	0	
158 フェノトリン	10	0	0.0	5	0	0.0	5	0	0.0	0	0	
159 フェノブカルブ	288	0	0.0	179	0	0.0	104	0	0.0	5	0	0.0
160 フェンスルホチオン	72	0	0.0	42	0	0.0	28	0	0.0	2	0	0.0
161 フェンチオン	55	0	0.0	49	0	0.0	5	0	0.0	1	0	0.0
162 フェントエート	87	0	0.0	75	0	0.0	12	0	0.0	0	0	
163 フェンバレレート	300	5	1.7	188	3	1.6	106	2	1.9	6	0	0.0
164 フェンピロキシメート	179	0	0.0	107	0	0.0	69	0	0.0	3	0	0.0
165 フェンプロバトリン	111	3	2.7	84	2	2.4	26	1	3.8	1	0	0.0
166 フェンヘキサミド	56	1	1.8	39	1	2.6	17	0	0.0	0	0	
167 フサライド	7	0	0.0	2	0	0.0	5	0	0.0	0	0	
168 ブタクロール	17	0	0.0	12	0	0.0	5	0	0.0	0	0	
169 ブタミホス	171	0	0.0	147	0	0.0	21	0	0.0	3	0	0.0
170 フラザスルフロン	38	0	0.0	21	0	0.0	17	0	0.0	0	0	
171 フラメトビル	24	0	0.0	19	0	0.0	5	0	0.0	0	0	
172 フリラゾール	5	0	0.0	0	0		5	0	0.0	0	0	
173 フルアジナム	42	0	0.0	32	0	0.0	10	0	0.0	0	0	
174 フルジオキソニル	90	1	1.1	79	1	1.3	10	0	0.0	1	0	0.0
175 フルシトリネート	225	1	0.4	149	0	0.0	71	1	1.4	5	0	0.0
176 フルシラゾール	26	0	0.0	15	0	0.0	11	0	0.0	0	0	
177 フルスルファミド	37	0	0.0	25	0	0.0	12	0	0.0	0	0	
178 フルトラニル	186	0	0.0	135	0	0.0	46	0	0.0	5	0	0.0
179 フルバリネート	241	1	0.4	177	1	0.6	59	0	0.0	5	0	0.0
180 フルフェノクスロン	92	0	0.0	77	0	0.0	15	0	0.0	0	0	
181 フルミオキサジン	16	0	0.0	10	0	0.0	6	0	0.0	0	0	
182 フルリドン	9	0	0.0	4	0	0.0	5	0	0.0	0	0	
183 プレチラクロール	34	0	0.0	29	0	0.0	5	0	0.0	0	0	
184 プロシミドン	112	7	6.3	80	4	5.0	31	3	9.7	1	0	0.0
185 プロチオホス	175	0	0.0	106	0	0.0	64	0	0.0	5	0	0.0
186 プロバクロール	5	0	0.0	0	0		5	0	0.0	0	0	
187 プロパジン	9	0	0.0	4	0	0.0	5	0	0.0	0	0	
188 プロパニル	27	0	0.0	22	0	0.0	5	0	0.0	0	0	
189 プロバモカルブ	6	0	0.0	4	0	0.0	2	0	0.0	0	0	
190 プロバルギット	13	1	7.7	8	1	12.5	5	0	0.0	0	0	
191 プロビコナゾール	178	1	0.6	114	0	0.0	63	1	1.6	1	0	0.0
192 プロビザミド	15	0	0.0	10	0	0.0	5	0	0.0	0	0	

表2のつづき

農 薬 名	総 数			国 内 産			輸 入 品			不 明			
	検査数	検出数	検出率 (%)	検査数	検出数	検出率 (%)	検査数	検出数	検出率 (%)	検査数	検出数	検出率 (%)	
193 プロフェノホス	11	0	0.0	6	0	0.0	5	0	0.0	0	0		
194 プロポキスル	10	0	0.0	5	0	0.0	5	0	0.0	0	0		
195 プロメトリン	17	0	0.0	12	0	0.0	5	0	0.0	0	0		
196 ヘキサコナゾール	83	0	0.0	58	0	0.0	24	0	0.0	1	0	0.0	
197 ヘキサフルムロン	29	0	0.0	24	0	0.0	5	0	0.0	0	0		
198 ヘキシチアゾクス	70	0	0.0	51	0	0.0	19	0	0.0	0	0		
199 ペルメトリン	322	1	0.3	210	1	0.5	106	0	0.0	6	0	0.0	
200 ペンコナゾール	77	0	0.0	62	0	0.0	15	0	0.0	0	0		
201 ペンシクロン	48	0	0.0	41	0	0.0	7	0	0.0	0	0		
202 ベンスルフロンメチル	17	0	0.0	12	0	0.0	5	0	0.0	0	0		
203 ベンダイオカルブ	49	0	0.0	43	0	0.0	5	0	0.0	1	0	0.0	
204 ベンタゾン	133	0	0.0	88	0	0.0	44	0	0.0	1	0	0.0	
205 ペンディメタリン	238	0	0.0	172	0	0.0	63	0	0.0	3	0	0.0	
206 ベントキサゾン	17	0	0.0	12	0	0.0	5	0	0.0	0	0		
207 ベンフレセート	7	0	0.0	2	0	0.0	5	0	0.0	0	0		
208 ホサロン	38	0	0.0	33	0	0.0	5	0	0.0	0	0		
209 ボスカリド	17	0	0.0	12	0	0.0	5	0	0.0	0	0		
210 ホスチアゼート	88	2	2.3	82	2	2.4	5	0	0.0	1	0	0.0	
211 ホスファミドン	9	0	0.0	4	0	0.0	5	0	0.0	0	0		
212 ホスメット	10	0	0.0	5	0	0.0	5	0	0.0	0	0		
213 ホルベット	48	0	0.0	40	0	0.0	7	0	0.0	1	0	0.0	
214 マラチオン	322	2	0.6	216	0	0.0	100	2	2.0	6	0	0.0	
215 ミクロブタニル	183	1	0.5	115	0	0.0	66	1	1.5	2	0	0.0	
216 メタベンズチアズロン	65	0	0.0	48	0	0.0	15	0	0.0	2	0	0.0	
217 メタミドホス	50	1	2.0	36	1	2.8	14	0	0.0	0	0		
218 メタラキシル及びメフェノキサム	31	0	0.0	26	0	0.0	5	0	0.0	0	0		
219 メチオカルブ	226	0	0.0	142	0	0.0	82	0	0.0	2	0	0.0	
220 メトスルフロンメチル	33	0	0.0	28	0	0.0	5	0	0.0	0	0		
221 メトブレン	11	0	0.0	6	0	0.0	5	0	0.0	0	0		
222 メトラクロール	101	0	0.0	68	0	0.0	32	0	0.0	1	0	0.0	
223 メトリブジン	162	1	0.6	127	0	0.0	32	1	3.1	3	0	0.0	
224 メフェナセット	34	0	0.0	29	0	0.0	5	0	0.0	0	0		
225 メフェンピルジエチル	5	0	0.0	0	0		5	0	0.0	0	0		
226 メプロニル	181	0	0.0	135	0	0.0	41	0	0.0	5	0	0.0	
227 ルフェヌロン	102	0	0.0	82	0	0.0	20	0	0.0	0	0		
228 レナシル	290	0	0.0	178	0	0.0	106	0	0.0	6	0	0.0	
総 計	21,664	141	0.7	15,007	64	0.4	6,355	76	1.2	302	1	0.3	
年 度 別 内 訳	平成10年度(検査農薬数89種)	2,000	1	0.1	1,410	1	0.1	451	0	0.0	139	0	0.0
	平成11年度(検査農薬数112種)	2,011	11	0.5	1,373	3	0.2	638	8	1.3	0	0	
	平成12年度(検査農薬数109種)	1,979	17	0.9	1,353	5	0.4	587	11	1.9	39	1	2.6
	平成13年度(検査農薬数139種)	2,257	24	1.1	1,493	8	0.5	690	16	2.3	74	0	0.0
	平成14年度(検査農薬数175種)	2,516	18	0.7	1,739	7	0.4	727	11	1.5	50	0	0.0
	平成15年度(検査農薬数173種)	2,611	9	0.3	1,853	3	0.2	758	6	0.8	0	0	
	平成16年度(検査農薬数174種)	2,596	18	0.7	1,852	10	0.5	744	8	1.1	0	0	
	平成17年度(検査農薬数185種)	2,588	10	0.4	1,905	4	0.2	683	6	0.9	0	0	
平成18年度(検査農薬数217種)	3,106	33	1.1	2,029	23	1.1	1,077	10	0.9	0	0		
総 計	21,664	141	0.7	15,007	64	0.4	6,355	76	1.2	302	1	0.3	

表 3 農 産 物 別 農 薬 検 出 状 況

分 類	農産物名	農 産 物 検出頻度 (注1)	検 出 農 薬 名	農 薬 検出頻度 (注2)	検出濃度 (注3) (ppm)	残 留 基準値 (ppm)	検出農産物の生産地
穀 類	玄米	3/18	ジノテフラン	1/2	0.05	2	国内産
			トリシクラゾール	1/6	0.04	3	
			臭素	1/14	1.0	50	
野菜類	ばれいしょ	1/16	臭素	1/1	1.2	60	国内産
	だいこん(根)	1/16	ホスチアゼート	1/16	0.02	0.2	国内産
	かぶ(根)	1/1	アセフェート	1/1	0.03	1.0	国内産
	はくさい	1/13	エトフェンブロックス	1/6	0.05	5	国内産
	キャベツ	4/15	アセフェート	2/7	0.03,0.15	5.0	国内産
			フルバリネート	1/15	0.086	0.5	
			プロシミドン	1/7	0.07	2	
			メタミドホス	1/6	0.03	1.0	
	こまつな	1/3	クロルフェナピル	1/1	0.18	3	国内産
	レタス	2/7	クロルフェナピル	1/6	0.03	3	国内産
			フェンバレレート	2/7	0.13,0.14	2.0	
	たまねぎ	1/9	ジクロフルアニド	1/7	0.02	0.10	国内産
	ねぎ	2/10	ジクロフルアニド	1/9	2.1	5.0	国内産
			シベルメトリン	1/9	0.20	5.0	
	アスパラガス	1/5	メトリブジン	1/5	0.03	0.5	フィリピン
	にんじん	1/8	イプロジオン	1/8	1.8	5.0	国内産
	トマト	2/9	エトフェンブロックス	1/5	0.03	2	国内産
			ジエトフェンカルブ	1/9	0.12	5.0	
			フェンヘキサミド	1/5	0.08	2	
			フルジオキソニル	1/7	0.01	2	
	ピーマン	3/4	クロチアニジン	1/1	0.016	3	韓国
			テブコナゾール	1/4	0.03	0.5	
			フェンバレレート	1/4	0.03	0.50	
			プロシミドン	3/4	0.01~0.07	5	
	なす	2/9	テブフェンピラド	1/8	0.5	0.5	国内産
			フェンバレレート	1/9	0.019	1.0	
	きゅうり	4/9	アセフェート	1/5	0.01	5.0	国内産
			アゾキシストロビン	1/5	0.06	1	
			クロルフェナピル	2/7	0.05,0.06	1	
			ホスチアゼート	1/8	0.02	0.2	
	かぼちゃ	3/15	イマザリル	1/14	0.28	2.0	メキシコ
			クロルピリホス	1/14	0.010	0.1	トンガ
			フェンプロバトリン	1/9	0.01	2	メキシコ
	すいか	2/9	プロシミドン	2/5	0.02	3	国内産
	ほうれんそう	1/2	フェンバレレート	1/1	0.04	0.50	中国
	未成熟いんげん	1/2	アセフェート	1/2	0.09	3.0	オマーン
	その他の野菜	0/39					
	小 計	34/201		42/237			
果実類	レモン	4/7	2,4-D	3/4	0.02~0.30	2	アメリカ
			イマザリル	4/7	0.03~1.8	5.0	
			フルシトリネート	1/7	0.06	2.0	
	オレンジ	7/10	2,4-D	1/5	0.07	2	南アフリカ
			イマザリル	6/8	0.05~1.2	5.0	アメリカ、南アフリカ
			カルバリル	1/1	2.2	7	アメリカ
			ジコホール	1/1	0.009	5	
			臭素	4/7	1.2~8.9	30	アメリカ、南アフリカ

表3のつづき

分類	農産物名	農産物 検出頻度 (注1)	検出農薬名	農薬 検出頻度 (注2)	検出濃度 (注3) (ppm)	残留 基準値 (ppm)	検出農産物の生産地
果実類	グレープフルーツ	7/9	2,4-D	2/5	0.05,0.06	2	アメリカ、南アフリカ
			イマザリル	6/8	0.02~1.3	5.0	
			クロルピリホス	2/9	0.012,0.02	0.3	アメリカ
			ジフルベンズロン	1/9	0.08	3.0	
			馬拉チオン	2/9	0.01,0.013	4.0	
			臭素	3/8	1.5~3.9	30	
	いよかん	3/8	イマザリル	1/7	0.18	5.0	国内産
			キナルホス	1/7	0.30	0.8	
			スピロジクロフェン	1/1	0.01	2	
			フェンプロパトリン	1/5	0.10	5	
			プロバルギット	1/1	0.59	3	
	りんご	6/9	アセタミプリド	1/5	0.05	5	国内産
			イプロジオン	1/9	2.0	10	
			キャプタン	1/8	0.03	5.0	
			クロルピリホス	5/9	0.005~0.07	1.0	
			クロルフェナビル	1/8	0.02	1	
			バミドチオン	1/8	0.16	3.0	
			ベルメトリン	1/9	0.04	2.0	
	日本なし	5/9	クロルフェナビル	1/8	0.03	1	国内産
			シプロジニル	1/6	0.06	5	
			シベルメトリン	2/8	0.03,0.09	2.0	
			テブフェンピラド	2/8	0.02	0.5	
			デルタメトリン及びトラロメトリン	1/1	0.01	0.5	
			フェンプロパトリン	1/6	0.07	5	
	もも	2/3	アセタミプリド	1/3	0.06	5	国内産
			プロシミドン	1/3	0.24	3	
	チェリー	4/5	イプロジオン	1/5	0.1	10	アメリカ
			プロピコナゾール	1/5	0.03	1.0	
			ミクロブタニル	1/5	0.01	4.0	
			臭素	4/4	5.4~9.6	20	
	いちご	2/2	テトラコナゾール	1/2	0.02	2	国内産
			フェナリモル	1/2	0.04	1.0	
			酸化フェンブタスズ	1/2	0.07	10	
	かき	2/2	シベルメトリン	2/2	0.03,0.09	2.0	国内産
	バナナ	11/19	イマザリル	1/19	0.04	2.0	フィリピン
			クロルピリホス(注4)	9/18	0.006~0.07	(0.5)3	
			テブフェンピラド	1/2	0.02	0.5	
			デルタメトリン	1/17	0.007	0.05	
			ピテルタノール	1/17	0.03	0.5	
			臭素	3/16	1.1~1.3	20	
	キウィー	4/5	臭素	4/4	12~14	30	ニュージーランド
	パイナップル	1/5	臭素	1/5	1.4	20	不明
	その他の果実	0/18					
	小計	58/111		96/333			
総計		95/330		141/592			

(注1) 農産物検出頻度：農薬が検出された農産物数/検査を実施した農産物数

(注2) 農薬検出頻度：当該農薬が検出された農産物数/当該農薬の検査を実施した農産物数

(注3) 検出濃度：①定量下限の桁数まで表示 ②有効数字は2桁

③基準値の80%以上は基準値の1桁下を四捨五入

(注4) バナナに係るクロルピリホスの残留基準は、H16.2.25以降3ppmである。

表 4 複 数 農 薬 検 出 検 体 一 覧 表

分類	検体名	生産地	検出 農薬数	農 薬 名 及 び 検 出 濃 度 (ppm)					
野菜類	キャベツ	国内産	2	アセフェート	メタミドホス				
				0.15	0.03				
	レタス	国内産	2	クロルフェナビル	フェンバレード				
				0.03	0.14				
	トマト	国内産	3	ジエトフェンカルブ	フェンヘキサミド	フルジオキシニル			
				0.12	0.08	0.01			
	ピーマン	韓国	2	クロチアニジン	テブコナゾール	フェンバレード	プロシミドン		
					0.03		0.07		
						0.03	0.01		
				0.016			0.04		
果実類	きゅうり	国内産	2	アセフェート	アゾキシストロビン				
				0.01	0.06				
	レモン	アメリカ	2	2,4-D	イマザリル	フルシトリネート			
				0.03	0.03				
				0.02	1.5				
				0.30	1.8	0.06			
	オレンジ	アメリカ	2	2,4-D	イマザリル	カルバリル	ジコホール	臭素	
					0.05			4.1	
					1.2			1.2	
				0.07	0.24				
				0.98				8.9	
				0.75	2.2	0.009			
	グレープフルーツ	アメリカ	3	2,4-D	イマザリル	クロルピリホス	ジフルベンズロン	臭素	マラチオン
					1.3	0.012			0.013
					0.09	0.02	0.08	1.6	0.01
				0.06	0.48				
				0.05	0.08				
					0.56			1.5	
	いよかん	国内産	2	イマザリル	スピロジクロフェン	フェンプロバトリン	プロパルギット		
				0.18		0.10			
	りんご	国内産	3		0.01		0.59		
				アセタミプリド	イプロジオン	キャプタン	クロルピリホス	クロルフェナビル	バミドチオン
					2.0		0.021		0.04
	日本なし	国内産	4				0.006	0.02	0.16
				0.05		0.03			
				クロルフェナビル	シプロジニル	デルタメトリン及び トラロメトリン	フェンプロバトリン		
	チェリー	アメリカ	3		0.03	0.01	0.07		
				イプロジオン	臭素	プロピコナゾール	ミクロブタニル		
	いちご	国内産	2		9.6	0.03			
				テトラコナゾール	酸化フェンブタスズ				
	バナナ	フィリピン	2		0.02	0.07			
				イマザリル	クロルピリホス	臭素	テブフェンピラド	デルタメトリン	ピテルタノール
				0.04	0.050				
					0.006	1.3		0.007	

3・2 農産物別農薬検出状況

農産物別農薬検出状況を表3に示した。

農産物48品目330検体のうち33品目95検体（検出率28.8%）から0.005ppm（りんご中のクロルピリホス）から14ppm（キウイ中の臭素）の濃度範囲で農薬が

検出された。

(1) 穀 類

玄米18検体中3検体（検出率16.7%）から、延べ3農薬が検出された。

(2) 野菜類

野菜類31品目201検体中、19品目34検体(検出率16.9%)から、延べ42農薬が検出された。

検出頻度が比較的高いのは、ピーマン(輸入品)とすいか(国内産)のプロシミドン(殺菌剤)であった。

(3) 果実類

果実16品目111検体中、13品目58検体(検出率52.3%)から延べ96農薬が検出された。

検出率、検出農薬数ともに穀類や野菜類を大きく上回っていた。また、国内産は9品目51検体中6品目20検体(検出率39.2%)から延べ31農薬が検出され、輸入品は7品目57検体中6品目37検体(検出率64.9%)から延べ64農薬が検出され、輸入果実類の検出率が高くなっていた。

検出頻度が比較的高いのは、輸入品では、レモンの2,4-Dとイマザリル、オレンジのイマザリルと臭素、グレープフルーツのイマザリル、チェリーの臭素、バナナのクロルピリホス、キウイの臭素であり、国内産では、りんごのクロルピリホスであった。

3・3 農産物別複数農薬残留状況

複数の農薬が検出された農産物を表4に示した。

同一検体に複数の農薬が残留していた検体数は、33検体で全体の10.0%、農薬が検出された検体に対する割合は、34.7%であった。果実類では、検出された検体に対する割合が44.8%と野菜類の20.6%に比べ高い傾向であった。

残留農薬数が最も多かったものはアメリカ産グレープフルーツの5農薬であった。また、レモン、オレンジ、グレープフルーツにおいてイマザリルと2,4-Dの両方が検出される事例が多く見られた。

3・4 前回取りまとめとの比較

延べ検査農薬数に対する延べ検出農薬数は、前回は14,429中145農薬が検出され検出率は1.0%(国内産0.7%、輸入品1.6%)であったが、今回は21,664中141農薬が検出され検出率は0.7%(国内産0.4%、輸入品1.2%)であった。国内産、輸入品ともに検出率はやや低くなった。これは、年々検査実施農薬を拡大し、モニタリングの幅を広げたことの影響も考えられる。

前回の報告で、検出率が高かった農薬は、国内産では、フェニトロチオン、キャプタン、テフルトリン、テブフェンピラド、エンドスルファンであったが、このうちフェニトロチオン、テフルトリン、エンドスルファンは検出されなかった。キャプタンとテブフェンピラドについても検出率は半減していた。一方、輸入品で前回検出率が高かった、イマザリル、クロルピリホス、ビテルタノール、フェニトロチオン、エンドスルファンのうち、フェニトロチオンとエンドスルファンは検出されず、クロル

ピリホスとビテルタノールは検出率が半減していたが、イマザリルは依然高い検出率であった。

農産物別の検出状況の比較では、前回農薬が検出されなかったキャベツ、レタス、なす及びすいかから今回は検出された。また、今回新たに検査対象農産物に加えたもも、いちご及びかきからも農薬が検出された。

なお、前回と同じ農産物と検出農薬の組み合わせは、野菜類では、たまねぎとねぎのジクロフルアニド、かぼちゃのイマザリルであり、果実類では、レモンのイマザリル、オレンジのイマザリルとカルバリル、りんごのキャプタンとクロルピリホス、チェリーのイプロジオンとミクロブタニル、バナナのイマザリルとクロルピリホスとデルタメトリンそしてビテルタノールであった。野菜類と比較して果実類において前回と同じ農産物から同じ農薬が検出される傾向が高かった。

以上、簡単に前回のとりまとめとの比較を試みたところ、大まかではあるが、国内産野菜類において新たな農薬が検出されている一方で、輸入果実類では、同一の農薬が継続的に検出される傾向が見られた。

4 ま と め

平成10年6月から平成18年3月に市場で収去及び購入した農産物330検体(48品目)について、228農薬(延べ検査農薬数:21,664農薬)の残留実態を調査した。その結果、33品目95検体から47種の農薬(延べ141農薬)が検出された。

検出状況は、果実類が玄米や野菜類と比較して高くなっており、特に輸入果実類で高い傾向が見られた。検出された農薬には、平成16年度の「なす」中のテブフェンピラドのように基準値(0.5ppm)と同濃度で検出されたものもあった。

前回の報告との比較では、前回農薬が検出されなかった農産物や今回新たに検査した農産物から農薬が検出された。また、国内産野菜類において新たに検査を開始した農薬が検出された一方で、輸入果実類では同一の農薬が継続的に検出される傾向が見られた。

これらのことから、今後とも、残留農薬をモニタリングすることは重要であり、そのために、検査実施農薬の拡大等検査体制の充実を図るとともに、農薬の使用実態に関する情報の収集に努めることが必要と考えている。

文 献

- 1) 砺波和子：石川保環年報，35，71—78（1998）
- 2) 厚生労働省医薬食品局食品安全部基準審査課：食品中の残留農薬検査結果等の公表について（概要），厚生労働省ホームページ

〔資 料〕

石川県の飲用井戸水等における過マンガン酸カリウム消費量と全有機炭素量（TOC）に関する検討

石川県保健環境センター健康・食品安全科学部

倉本 早苗・北村 孝子
橋本 潤子・西村 久博

キーワード：飲用井戸水，過マンガン酸カリウム消費量，全有機炭素量

1 はじめに

水道水中の有機物の指標検査は，平成16年4月の水道法改正¹⁾の際，過マンガン酸カリウム消費量（以下，「KMnO₄消費量」という）から全有機炭素量（以下，「TOC」という）に変更された。その背景には，①有機物の種類により消費されるKMnO₄の量が異なる，②有機物以外にもKMnO₄を消費する物質がある，③滴定法により測定するため測定精度が低い，といったKMnO₄消費量に関する問題点が指摘されていたことにあった。一方，食品営業などを目的に使用される飲料水は食品衛生法に基づき「食品，添加物等の規格基準」における清涼飲料の製造基準で定める26項目の水質基準と試験方法が適用されているため，有機物検査において，一般飲料水と食品営業施設飲料水との間で試験方法に差異が生じている。

そこで，石川県の飲用井戸水等におけるKMnO₄消費量とTOCについての相関性，並びにモデル有機物を用いた各測定法の有機物指標としての信頼性について若干の検討を行ったので報告する。

2 材料と方法

2・1 材 料

(1) KMnO₄消費量とTOCについての相関性

平成18年4月～19年3月までに，県保健所にて飲用目的として受託した井戸水等145検体を用いた。その内訳は，一般飲用目的が66検体，食品営業施設飲用目的が79

検体である。

(2) 有機物指標としての信頼性

フタル酸水素カリウム，でんぶん溶液，ラクトース，ペプトン，ラウリル硫酸ナトリウム，サリチル酸および安息香酸の7種類をそれぞれ精製水で10mg/L濃度に調製したものをモデル有機物として，検討に使用した。なお，上記は全て試薬特級品を用いた。

2・2 KMnO₄消費量とTOCの測定方法

(1) KMnO₄消費量の測定方法

上水試験方法（2001年版）²⁾に記載されている方法に準じて測定した。即ち，検水100mLに（1＋2）硫酸5mLを加え，2mmol/LのKMnO₄を10mL正確に加える。これを電熱器で正確に5分間煮沸後，直ちに5mmol/Lシュウ酸ナトリウム溶液10mLを正確に加えて脱色させ，再び2mmol/LのKMnO₄を用いて，液に微紅色が消えずにわずかに残るまで滴定する。滴定に要した量により，予め算出しておいたファクターを用いてKMnO₄消費量を算出する。

(2) TOCの測定方法

厚生労働省告示「水質基準に関する省令の規定に基づき厚生労働大臣が定める方法」³⁾に基づき測定した。即ち，フタル酸カリウム2.125gを精製水に溶かして1Lとしたものを標準原液（炭素1mg/mL）とし，段階的に精製水で希釈したものを標準液とした。全有機炭素定量装置は，島津のTOTAL ORGANIC CARBON ANALYZER「TOC-V CSH」を使用した。

Study on a relationship between the consumption of potassium permanganate and total organic carbon with well-water samples in Ishikawa prefecture. by KURAMOTO Sanae, KITAMURA Takako, HASHIMOTO Junko and NISHIMURA Hisahiro (Health and Food Safety Department, Ishikawa Prefectural Institute of Public Health and Environmental Science)

Key words : Well-water, Consumption of potassium permanganate, Total organic carbon

2・3 KMnO₄消費量とTOCの相関性

2・1(1)の検体について、2・2の方法によりKMnO₄消費量およびTOCを測定し、その相関性を比較検討した。

また、供試検体を微生物陽性群（大腸菌群陽性或いは一般細菌1cfu/mL以上）と微生物陰性群に分け、各群における両測定値の相関性を比較した。

さらに、供試検体を地域（保健所）別に分け、地域別にKMnO₄消費量とTOCの測定値を比較した。

2・4 KMnO₄消費量とTOCの有機物指標としての信頼性

2・1(2)の7種類のモデル有機物の各々15～20試料について、それぞれKMnO₄消費量とTOCを測定した。各モデル有機物における測定値の標準偏差並びに理論炭素濃度に対する割合を求め、有機物指標としての信頼性を評価した。

3 結 果

3・1 KMnO₄消費量とTOCの相関性

(1) KMnO₄消費量とTOCの相関性

供試した全検体（145検体）のKMnO₄消費量とTOCの散布図を図1に示した。回帰式は $y=3.1418x-0.2386$ ($R=0.7192$)であり良好な相関性が認められた。

(2) 微生物の有無との関連性

微生物陽性群（62検体）の散布図を図2に、微生物陰性群（83検体）の散布図を図3に示した。微生物陽性群における回帰式は $y=3.1907x+0.0928$ ($R=0.6612$)、微生物陰性群における回帰式は $y=2.9054x-0.4215$ ($R=0.9498$)であった。なお、微生物陰性群において、高濃度検体（KMnO₄消費量；13.3mg/L、TOC；4.2mg/L）が回帰式を左右している可能性があったため、本検体を外して再解析した結果は $y=1.609x-0.0527$ ($R=0.7736$)であった。以上の結果から、微生物陽性群、微生物陰性群いずれもほぼ良好な相関性が認められたが、微生物陽性群においては若干相関性が低く、TOCに比べKMnO₄消費量がやや高くなる検体がみられた。

(3) 地域（保健所）間における関連性

供試検体を保健所別に分け、それぞれにおけるKMnO₄消費量とTOCの値を表1および図4に示した。その結果、能登北部保健所管内がKMnO₄、TOCともに最も高く、次いで南加賀保健所、能登中部保健所、石川中央保健所の順であった。

3・2 KMnO₄消費量とTOCの有機物指標としての信頼性

7種類のモデル有機物各々15～20試料について、KMnO₄消費量とTOCをそれぞれ測定した結果を表2

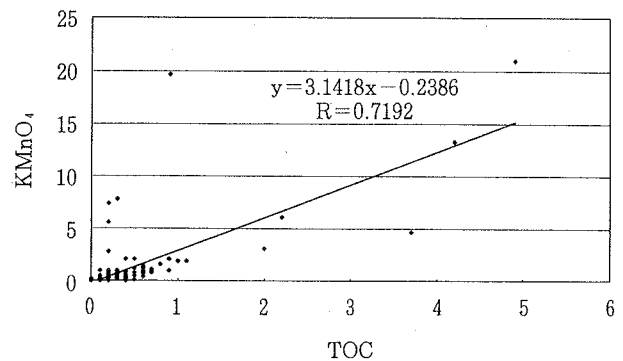


図1 KMnO₄消費量とTOCの相関図
(全検体；N=145)

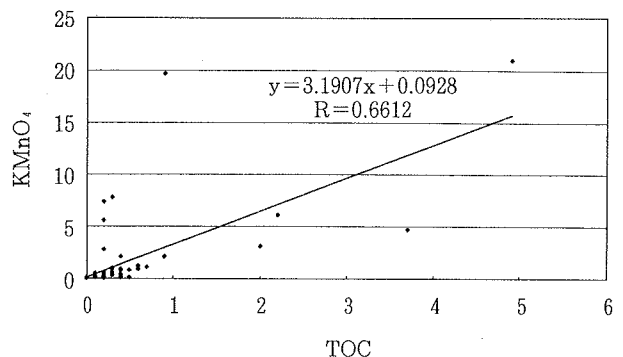


図2 KMnO₄消費量とTOCの相関図
(微生物陽性検体；N=62)

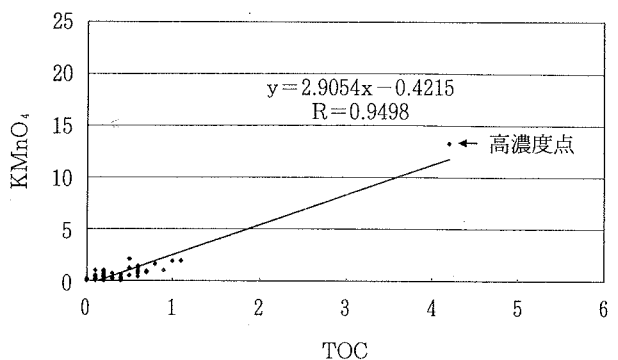


図3 KMnO₄消費量とTOCの相関図
(微生物陰性検体；N=83)

に示した。

KMnO₄消費量については、標準偏差0.06～0.33で全般的にバラツキが大きい傾向があり、理論炭素濃度に対する割合もラクトース以外は50%未満と低かった。一方、TOCはラウリル硫酸ナトリウムの標準偏差が0.28と高かったが、それ以外は全て0.10未満で非常に良好であり、理論炭素濃度に対する割合もラウリル硫酸ナトリウム以

表 1 保健所別 KMnO₄ 消費量と TOC の測定値

保 健 所	KMnO ₄ 平均値 (mg/L)	TOC 平均値 (mg/L)
南 加 賀(N=25)	1.32	0.50
石川中央(N=42)	0.20	0.18
能登中部(N=56)	1.09	0.34
能登北部(N=22)	2.05	0.70

外は80%以上で非常に良好であった。

4 考 察

石川県の飲用井戸水等におけるKMnO₄消費量とTOCの間には、ほぼ良好な相関性が得られた。一方、モデル有機物を用いた有機物指標としての信頼性の検討結果は、KMnO₄消費量はTOCに比べ再現性が悪く、理論炭素濃度の割合も低かった。この結果は、従来から指摘されていた、KMnO₄消費量が有機物の種類に左右されやすく、滴定法という検査手法のため検査精度も得にくいことを裏付けているが、一般飲用井戸水においてこのような調査は殆どなされておらず、今回の成績はその実態解明のためにも有用と思われる。

KMnO₄消費量が、様々な欠点を指摘されながら100年以上にわたって、水道水中の有機物の指標として利用されてきた理由は、水中の有機物がヒトの健康の指標としてよりも、処理性や快適性の観点を重視した指標であったことにあった⁴⁾。ところが、トリハロメタンなどの消毒副生成物の前駆物質としての有機物の評価、また、水の衛生指標として重要性が再認識されてきた一般細菌数や従属栄養細菌の栄養源としての有機物など、近年の有機物指標には新たな役割が求められるようになってき

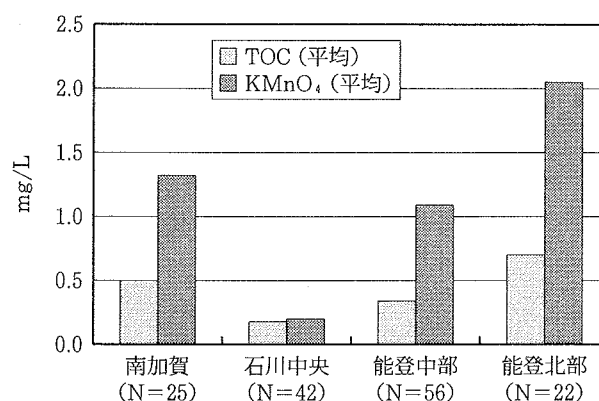


図 4 保健所別KMnO₄ と TOC の測定値

た⁵⁾。即ち、その指標の果たす役割には具体性ならびに正確性が求められつつあり、そういう意味ではKMnO₄消費量よりTOCの方が適切な検査方法であると思われる。

また、微生物陽性群と微生物陰性群に分けた相関性の評価において、微生物陽性群が若干相関性が低かったことは、試料中の微生物の存在がKMnO₄消費量の測定に影響を与えていることを示唆している。この点については、回帰式を大きく外れた試料について個別に、微生物の種類や量、更には従属栄養細菌数についても詳細に解析する必要がある、今後の検討課題である。

一方、分析結果を保健所別に検討した結果、有機物量に地域差があることが示唆された。因みに、平成17年度の当センターに搬入された一般井戸水等(286検体)のTOC値を保健所別に比較した結果、能登北部保健所(0.77mg/L)が最も高く、次いで能登中部(0.35 mg/L)、石川中央(0.26 mg/L)、南加賀保健所(0.25 mg

表 2 各種標準液を用いた KMnO₄ 消費量と TOC の比較

		KMnO ₄ 消費量				TOC			
		平均値 (mg/L)	標準偏差	変動係数	理論炭素濃度 に対する割合 (%)	平均値 (mg/L)	標準偏差	変動係数	理論炭素濃度 に対する割合 (%)
フタル酸水素カリウム (C ₆ H ₄ (COOK)(COOH))	(N=15)	1.28	0.11	8.25	27.2	4.81	0.03	0.68	102
でんぶん溶液 (C ₆ H ₁₀ O ₅)	(N=15)	1.00	0.06	6.11	22.5	3.71	0.04	1.18	83.4
ラクトース (C ₁₂ H ₂₂ O ₁₁ ・H ₂ O)	(N=18)	3.78	0.21	5.62	94.6	4.05	0.02	0.43	101
ペプトン	(N=17)	2.93	0.10	3.40	—	3.84	0.03	0.71	—
ラウリル硫酸ナトリウム (CH ₃ (CH ₂) ₁₁ OSO ₃ Na)	(N=20)	1.51	0.33	21.8	30.2	2.75	0.28	10.2	55.1
サリチル酸 (C ₆ H ₄ (OH)COOH)	(N=16)	1.52	0.24	16.0	24.9	6.08	0.08	1.33	99.9
安息香酸 (C ₆ H ₅ COOH)	(N=15)	0.64	0.07	10.2	9.31	7.07	0.02	0.30	103

/L) の順であった。これらの地域差の理由は、地質によるもの或いは外因的なものなどが考えられるが、この点については、今後供試例数を増やし、正確な採水地を反映した詳細な地域に分け解析及び検討していく必要があるだろう。

5 ま と め

(1) 石川県における井戸水等145検体について KMnO_4 消費量と TOC の相関性を検討した結果、良好な相関性が認められた。しかし、微生物陽性群においては若干相関性が低く、微生物の存在が KMnO_4 消費量に影響を及ぼしているものと思われる。

(2) モデル有機物を用いて、 KMnO_4 消費量と TOC の有機物指標としての信頼性を比較した結果、ほとんど

の物質において KMnO_4 消費量の標準偏差が大きく、理論炭素濃度に対する割合が低かった。

文 献

- 1) 厚生労働省令第101号：水質基準に関する省令，平成15年 5 月30日
- 2) 社団法人日本水道協会：上水試験方法（2001年版），134—136（2001）
- 3) 厚生労働省告示第261号：水質基準に関する省令の規定に基づき厚生労働大臣が定める方法，56—57，平成15年 7 月22日
- 4) 厚生科学審議会：水質基準の見直し等について（答申），平成15年 4 月28日
- 5) 安藤正典：用水と廃水，48(1)，46—47（2006）

〔資 料〕

平成18年度水道水等水質検査精度管理 調査結果について

—— 石川県年次報告書 ——

石川県保健環境センター健康・食品安全科学部

北村 孝子・倉本 早苗
橋本 潤子・西村 久博

キーワード：飲料水，精度管理

1 はじめに

本県では、日常分析業務の点検，測定上の問題点の改善や解決及び測定技術の向上に役立たせることを目的として厚生労働大臣登録検査機関，水道事業体，公的機関を対象に，昭和58年度から飲料水の水質分析に関する精度管理調査を行ってきた^{1)～9)}。「石川県水道水質管理計画」において石川県保健環境センター（以下、「当センター」という。）の役割として，県内水質検査機関の検査員の技術研修及び水質検査精度管理の実施を掲げており，当センターは当初から技術的実務を担ってきた。

以下に，平成18年度に行った精度管理調査の結果を述べる。

2 調査方法

2・1 対象機関

厚生労働大臣登録検査機関13機関，水道事業体 4 機関及び当センターの計18機関を対象とした。

2・2 測定項目及び測定方法

総アルカリ度，アルミニウム及びその化合物（以下，「アルミニウム」という。），フッ素及びその化合物（以下，「フッ素」という。），ホルムアルデヒド，有機物（全有機炭素（TOC）の量）（以下，「TOC」という。）の5項目を選定した。測定方法を表1に示す。なお，測定は5回の繰り返し試験とした。

2・3 配付試料

表2の内容で当センターが調製した試料を配布した。

アルミニウム，フッ素については配付試料をアルミニウム100倍，フッ素5倍に希釈して測定するよう指定した。

表 1 分析項目及び分析方法

分 析 項 目	分 析 方 法	略 称
総アルカリ度	滴定法	—
アルミニウム	フレイムレス原子吸光度法	AA
	誘導結合プラズマ発光分光分析法	ICP-AES
	誘導結合プラズマ質量分析法	ICP-MS
フッ素	イオンクロマトグラフ法	IC
ホルムアルデヒド	溶媒抽出－誘導体化－ガスクロマトグラフ/質量分析法	MOD-SE-GC/MS
TOC	全有機炭素計法	TOC

Assessment of Precision in the Quality Control of Tap Water among Laboratories in 2006
—An Annual Report in Ishikawa Prefecture—. by KITAMURA Takako, KURAMOTO Sanae,
HASHIMOTO Junko and NISHIMURA Hisahiro (Health and Food Safety Department,
Ishikawa Prefectural Institute of Public Health and Environmental Science)

Key words : Drinking water, Quality control

表 2 配 付 試 料 の 内 容

名 称	分 析 項 目	内 容
試料—A	総アルカリ度	保健環境センターに供給された上水道水
試料—B	アルミニウム	既知濃度になるように、標準溶液を添加したもの（1%硝酸溶液）
試料—C	フッ素	既知濃度になるように、標準溶液を添加したもの
試料—D	ホルムアルデヒド	既知濃度になるように、標準溶液を添加したもの（残留塩素は入っていない）
試料—E	TOC	既知濃度になるように、標準溶液を添加したもの

注 試料—Bは100倍、試料—Cは5倍にそれぞれ希釈する。

なお、希釈に使用する精製水は $2\mu\text{S}/\text{cm}$ 以下のもの（上水試験方法）を使用する。

分析操作は試料の希釈を含めて5回行う。

3 解 析 方 法

機関ごとに変動係数、設定濃度に対する測定値の割合（総アルカリ度を除く）を算出した。異常値については、Grubbsの方法で検定を行った。また、ISO/IEC43-1（JISQ0043-1）及び厚生労働省「平成17年度水道水水質検査の精度管理に関する調査結果」を参考にZスコアを計算した。さらに測定結果のばらつきを視覚的に捉えるため、箱ひげ図¹⁰⁾を用いた評価も行った。

評価の方法及びそれらの判定基準を以下に示す。

(1) 施設内変動係数

適正値は、10%以下とした。

(2) 設定濃度に対する割合（総アルカリ度を除く）

適正範囲は、ホルムアルデヒド及びTOCについては80~120%、他の項目については90~110%とした。

(3) Grubbsの方法による異常値の判定

危険率5%で異常値として棄却した。

(4) Zスコアを用いた検討

Zスコアの評価基準は、一般的には以下のとおりである。

$|Z| \leq 2$ 満足

$2 < |Z| < 3$ 疑義あり

$3 \leq |Z|$ 不満足

(5) 箱ひげ図を用いた検討

ヒンジ幅の1.5倍のところまで上下に各ヒンジから「ひげ」を引き、それぞれの線の先端（ひげ端）を上内境界点、下内境界点とし、これらのひげ端より大きい、または小さいデータははずれ値とした。通常、最大値が上内境界点より箱に近い場合は最大値を上内境界点とし、最小値の値も同様とするが、最大値、最小値の位置関係を明確にするため、それぞれの値を示した。

4 結 果

4・1 総アルカリ度

総アルカリ度の測定値を表3に示した。

測定値は27.46~30.95mg/Lの範囲にあり、平均値は29.30mg/L、中央値は29.14mg/Lで、標準偏差0.88、施設内変動係数は0.15~3.56%の範囲であった。

Grubbsの検定で棄却された機関はなかった。Zスコアの絶対値が3以上となる機関は3機関あった。箱ひげ図を用いた検討（図1）では、上内境界点よりも大きいはずれ値を示した機関は3機関、下内境界点よりも小さいはずれ値を示した機関は2機関あった。

pH指示薬法を用いた機関（10機関）とガラス電極法を用いた機関（7機関）の平均値はそれぞれ、28.93mg/L、29.56mg/Lであった。

4・2 アルミニウム

アルミニウムの測定結果を表4に示した。

測定値は0.0430~0.0597mg/Lの範囲にあり、平均値は0.0511mg/L、中央値は0.0502mg/Lであった。設定濃度に対する割合は86.1~119.4%の範囲で、平均は102.1%であった。施設内変動係数は0.33~3.87%の範囲であった。

Grubbsの検定で棄却された機関はなかった。Zスコアの絶対値が3以上となる機関は4機関あった。箱ひげ図を用いた検討（図2）では、上内境界点よりも大きいはずれ値を示した機関は3機関、下内境界点よりも小さいはずれ値を示した機関は1機関あった。

測定法別の平均値は、ICP-MS（10機関）は0.0504mg/L、ICP-AES（4機関）は0.0508mg/L、AA（2機関）は0.0548mg/Lであった。

4・3 フッ素

フッ素の測定結果を表5に示した。

測定値は0.194~0.984mg/Lの範囲にあり、平均値は0.253mg/L、中央値は0.200mg/Lであった。設定濃度に対する割合は97.0~492.1%の範囲で、平均は126.6%であった。施設内変動係数は0.25~2.06%の範囲であった。

Grubbsの検定では、最大値を示した1機関が棄却された。この機関はZスコアの絶対値が3以上（183.5）

表 3 総アルカリ度の測定結果

No	測定方法	濃度 (mg/L)	最小値 (mg/L)	最大値 (mg/L)	施設内変動係数 (%)	Zスコア
1	pH指示薬法	* 27.46	27.30	27.60	0.42	-3.98
2	pH指示薬法	* 27.92	27.80	28.10	0.47	-2.89
3	pH指示薬法	28.64	28.60	28.70	0.19	-1.18
4	ガラス電極法	28.97	28.73	29.13	0.52	-0.40
5	ガラス電極法	28.98	28.80	29.20	0.51	-0.38
6	ガラス電極法	29.02	28.88	29.10	0.31	-0.29
7	ガラス電極法	29.04	28.92	29.12	0.38	-0.24
8	pH指示薬法	29.10	29.00	29.50	0.77	-0.09
9	pH指示薬法	29.14	29.00	29.30	0.39	0.00
10	pH指示薬法	29.45	29.29	29.59	0.39	0.73
11	ガラス電極法	29.50	29.48	29.58	0.15	0.85
12	ガラス電極法	29.54	29.31	29.73	0.64	0.95
13	ガラス電極法	29.55	29.15	30.05	1.12	0.97
14	ガラス電極法	29.78	29.74	29.84	0.18	1.51
15	ガラス電極法	* 30.26	29.70	30.70	1.33	2.65
16	pH指示薬法	* 30.80	30.70	30.90	0.23	3.93
17	ガラス電極法	* 30.95	30.15	32.16	3.56	4.29
平 均 値		—	29.30	—	—	—
中 央 値		—	29.14	—	—	—
最 小 値		—	27.46	—	0.15	-3.98
最 大 値		—	30.95	32.16	3.56	4.29
標 準 偏 差		—	0.88	—	—	—
施設間変動係数		—	3.01	—	—	—

注 *印は箱ひげ図のはずれ値

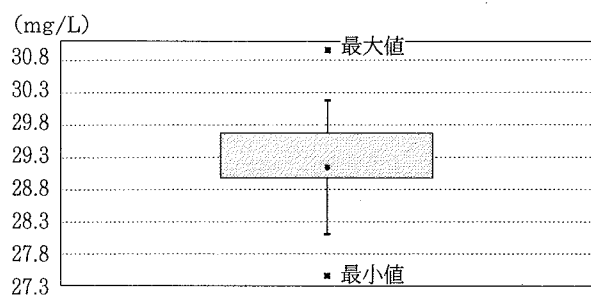


図 1 箱ひげ図（総アルカリ度）

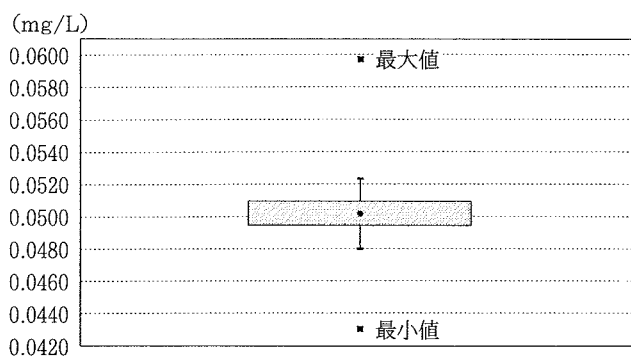


図 2 箱ひげ図（アルミニウム）

となり、箱ひげ図を用いた検討でも、上内境界点よりも大きいはずれ値を示した。

Grubbs の検定で棄却された 1 機関を除く測定結果を表 6 に示した。測定値は 0.194～0.210mg/L の範囲にあ

り、平均値は 0.201mg/L、中央値は 0.200mg/L であった。設定濃度に対する割合は 97.0～105.1% の範囲で、平均は 100.5% であった。Z スコアの絶対値が 3 以上となる機関は 2 機関あった。また、箱ひげ図を用いた検討

表4 アルミニウムの測定結果

No	測定方法	濃度 (mg/L)	施設内 変動係数 (%)	設定濃度 に対する割合 (%)	Zスコア
1	ICP-MS	*0.0430	3.41	86.1	-6.99
2	ICP-AES	0.0491	1.19	98.1	-1.08
3	ICP-MS	0.0493	1.82	98.7	-0.80
4	ICP-MS	0.0494	0.88	98.8	-0.75
5	ICP-AES	0.0496	3.87	99.2	-0.57
6	AA	0.0499	2.42	99.8	-0.27
7	ICP-AES	0.0500	0.57	100.0	-0.14
8	ICP-MS	0.0501	1.23	100.2	-0.08
9	ICP-MS	0.0502	0.33	100.5	0.08
10	ICP-MS	0.0505	1.89	101.0	0.35
11	ICP-MS	0.0507	1.98	101.5	0.57
12	ICP-MS	0.0509	1.10	101.8	0.73
13	ICP-MS	0.0509	1.41	101.9	0.77
14	ICP-AES	*0.0545	1.61	109.0	4.28
15	ICP-MS	*0.0589	1.72	117.9	8.61
16	AA	*0.0597	2.06	119.4	9.34
平均値	—	0.0511	—	102.1	—
中央値	—	0.0502	—	—	—
最小値	—	0.0430	0.33	86.1	-6.99
最大値	—	0.0597	3.87	119.4	9.34
標準偏差	—	0.0039	—	—	—
施設間変動係数	—	7.66	—	—	—
設定値	—	0.0500	—	—	—

注 *印は箱ひげ図のはずれ値

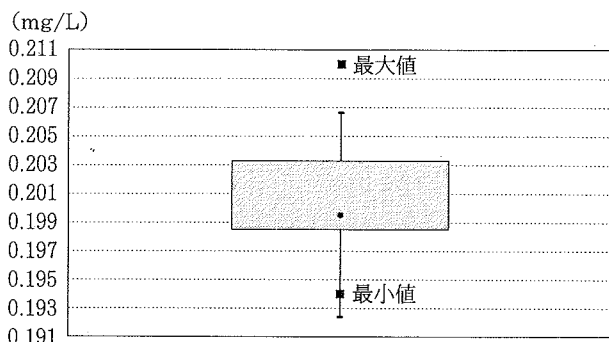


図3 箱ひげ図（フッ素棄却後）

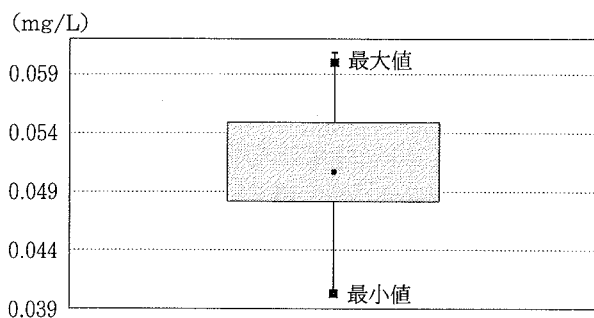


図4 箱ひげ図（ホルムアルデヒド棄却後）

表5 フッ素の測定結果

No	測定方法	濃度 (mg/L)	施設内 変動係数 (%)	設定濃度 に対する割合 (%)	Zスコア
1	IC	0.194	0.36	97.0	-1.50
2	IC	0.197	1.02	98.5	-0.79
3	IC	0.197	1.36	98.6	-0.75
4	IC	0.199	1.21	99.3	-0.42
5	IC	0.199	2.06	99.4	-0.37
6	IC	0.199	1.09	99.4	-0.37
7	IC	0.199	0.65	99.6	-0.28
8	IC	0.200	1.85	100.2	0.00
9	IC	0.201	0.57	100.3	0.05
10	IC	0.202	1.03	100.8	0.28
11	IC	0.202	0.25	101.2	0.45
12	IC	0.207	0.43	103.3	1.45
13	IC	0.208	2.02	103.9	1.73
14	IC	0.210	0.62	105.1	2.29
15	IC	△*0.984	1.16	492.1	183.25
平均値	—	0.253	—	126.6	—
中央値	—	0.200	—	—	—
最小値	—	0.194	0.25	97.0	-1.50
最大値	—	0.984	2.06	492.1	183.25
標準偏差	—	0.202	—	—	—
施設間変動係数	—	79.90	—	—	—
設定濃度	—	0.200	—	—	—

注 △印はGrubbsの検定で棄却された値、*印は箱ひげ図のはずれ値

表6 フッ素の測定結果（棄却後）

No	測定方法	濃度 (mg/L)	施設内 変動係数 (%)	設定濃度 に対する割合 (%)	Zスコア
1	IC	0.194	0.36	97.0	-2.23
2	IC	0.197	1.02	98.5	-1.08
3	IC	0.197	1.36	98.6	-1.00
4	IC	0.199	1.21	99.3	-0.46
5	IC	0.199	2.06	99.4	-0.38
6	IC	0.199	1.09	99.4	-0.38
7	IC	0.199	0.65	99.6	-0.23
8	IC	0.200	1.85	100.2	0.23
9	IC	0.201	0.57	100.3	0.31
10	IC	0.202	1.03	100.8	0.69
11	IC	0.202	0.25	101.2	0.98
12	IC	0.207	0.43	103.3	2.62
13	IC	*0.208	2.02	103.9	3.08
14	IC	*0.210	0.62	105.1	4.00
平均値	—	0.201	—	100.5	—
中央値	—	0.200	—	—	—
最小値	—	0.194	0.25	97.0	-2.23
最大値	—	0.210	2.06	105.1	4.00
標準偏差	—	0.004	—	—	—
施設間変動係数	—	2.24	—	—	—
設定濃度	—	0.200	—	—	—

注 *印は箱ひげ図のはずれ値

表7 ホルムアルデヒドの測定結果

No	測定方法	濃 度 (mg/L)	施 設 内 変動係数 (%)	設定濃度 に対する割合 (%)	Zスコア
1	MOD-SE-GC/MS	Δ *0.0009	56.73	1.7	-9.88
2	MOD-SE-GC/MS	0.0402	2.90	80.5	-2.06
3	MOD-SE-GC/MS	0.0451	0.95	90.2	-1.10
4	MOD-SE-GC/MS	0.0456	4.75	91.3	-0.99
5	MOD-SE-GC/MS	0.0490	2.05	97.9	-0.33
6	MOD-SE-GC/MS	0.0495	1.01	99.0	-0.23
7	MOD-SE-GC/MS	0.0506	0.97	101.3	0.00
8	MOD-SE-GC/MS	0.0506	0.66	101.3	0.00
9	MOD-SE-GC/MS	0.0506	2.44	101.3	0.00
10	MOD-SE-GC/MS	0.0530	0.89	106.0	0.46
11	MOD-SE-GC/MS	0.0541	1.41	108.2	0.68
12	MOD-SE-GC/MS	0.0549	1.76	109.8	0.85
13	MOD-SE-GC/MS	0.0550	2.69	110.0	0.87
14	MOD-SE-GC/MS	0.0553	1.96	110.6	0.92
15	MOD-SE-GC/MS	0.0600	5.06	120.0	1.86
16	MOD-SE-GC/MS	Δ *0.4832	2.56	966.4	85.81
平 均 値	—	0.0749	—	149.7	—
中 央 値	—	0.0506	—	—	—
最 小 値	—	0.0009	0.66	1.7	-9.88
最 大 値	—	0.4832	56.73	966.4	85.81
標 準 偏 差	—	0.1097	—	—	—
施設間変動係数	—	146.56	—	—	—
設 定 濃 度	—	0.0500	—	—	—

注 Δ 印は Grubbs の検定で棄却された値, * 印は箱ひげ図のはずれ値

表8 ホルムアルデヒドの測定結果（棄却後）

No	測定方法	濃 度 (mg/L)	施 設 内 変動係数 (%)	設定濃度 に対する割合 (%)	Zスコア
1	MOD-SE-GC/MS	0.0402	2.90	80.5	-2.50
2	MOD-SE-GC/MS	0.0451	0.95	90.2	-1.33
3	MOD-SE-GC/MS	0.0456	4.75	91.3	-1.20
4	MOD-SE-GC/MS	0.0490	2.05	97.9	-0.40
5	MOD-SE-GC/MS	0.0495	1.01	99.0	-0.28
6	MOD-SE-GC/MS	0.0506	0.97	101.3	0.00
7	MOD-SE-GC/MS	0.0506	0.66	101.3	0.00
8	MOD-SE-GC/MS	0.0506	2.44	101.3	0.00
9	MOD-SE-GC/MS	0.0530	0.89	106.0	0.56
10	MOD-SE-GC/MS	0.0541	1.41	108.2	0.83
11	MOD-SE-GC/MS	0.0549	1.76	109.8	1.03
12	MOD-SE-GC/MS	0.0550	2.69	110.0	1.05
13	MOD-SE-GC/MS	0.0553	1.96	110.6	1.12
14	MOD-SE-GC/MS	0.0600	5.06	120.0	2.25
平 均 値	—	0.0510	—	101.9	—
中 央 値	—	0.0506	—	—	—
最 小 値	—	0.0402	0.66	80.5	-2.50
最 大 値	—	0.0600	5.06	120.0	2.25
標 準 偏 差	—	0.0050	—	—	—
施設間変動係数	—	9.89	—	—	—
設 定 濃 度	—	0.0500	—	—	—

(図3)でも、これらの2機関は上内境界点よりも大きいはずれ値を示した。

4・4 ホルムアルデヒド

ホルムアルデヒドの測定結果を表7に示した。

測定値は0.0009～0.4832mg/Lの範囲にあり、平均値は0.0749mg/L、中央値は0.0506mg/Lであった。設定濃度に対する割合は1.7～966.4%の範囲で、平均は149.7%であった。施設内変動係数は0.66～56.73%の範囲で、1機関が10%以下の適正値をはずれていた。

Grubbsの検定では、まず最大値を示した1機関が棄却され、さらに最小値を示した1機関が棄却された。これらの2機関はZスコアの絶対値が3以上となった(85.81, -9.88)。また、箱ひげ図を用いた検討でも、上内境界点及び下内境界点をそれぞれ大きくはずれた。

Grubbsの検定で棄却された2機関を除く測定結果を表8に示した。測定値は0.0402～0.0600mg/Lの範囲にあり、平均値は0.0510mg/L、中央値は0.0506mg/Lであった。設定濃度に対する割合は80.5～120.0%の範囲で、平均は101.9%であった。Zスコアの絶対値が3以上となる機関はなく、箱ひげ図を用いた検討(図4)では、上内境界点と下内境界点の中に入っていた。

4・5 TOC

5回の併行試験を実施していなかった1機関を除外したTOCの測定結果を表9に示した。

測定値は1.000～1.118mg/Lの範囲にあり、平均値は1.053mg/L、中央値は1.051mg/Lであった。設定濃度に対する割合は100.0～111.8%の範囲で、平均は105.3%であった。施設内変動係数は0.49～11.45%の範囲で、1機関が10%以下の適正値をはずれていた。

Grubbsの検定で棄却された機関はなく、Zスコアの絶対値が3以上となる機関もなかった。また、箱ひげ図を用いた検討(図5)では、上内境界点と下内境界点の中に入っていた。

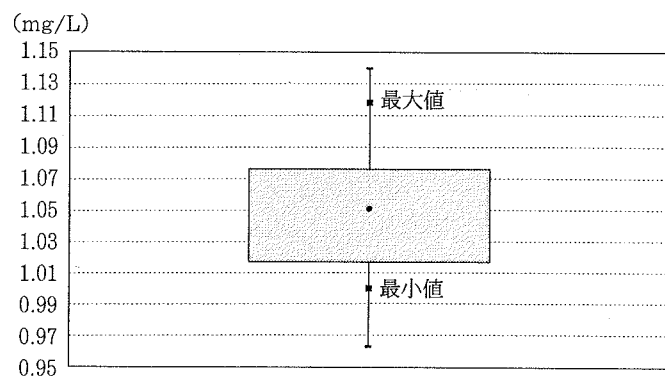


図 5 箱ひげ図 (TOC)

表 9 TOC の測定結果

No	測定方法	濃 度 (mg/L)	施 設 内 変動係数 (%)	設定濃度 に対する割合 (%)	Zスコア
1	TOC 計	1.000	1.73	100.0	-1.42
2	TOC 計	1.009	0.96	100.9	-1.16
3	TOC 計	1.010	0.49	101.0	-1.14
4	TOC 計	1.017	2.28	101.7	-0.95
5	TOC 計	1.033	1.18	103.3	-0.49
6	TOC 計	1.038	0.65	103.8	-0.36
7	TOC 計	1.039	0.54	103.9	-0.33
8	TOC 計	1.051	1.18	105.1	0.00
9	TOC 計	1.066	1.88	106.6	0.43
10	TOC 計	1.070	0.66	107.0	0.54
11	TOC 計	1.070	0.67	107.0	0.54
12	TOC 計	1.076	1.90	107.6	0.72
13	TOC 計	1.089	1.25	108.9	1.06
14	TOC 計	1.107	2.34	110.7	1.56
15	TOC 計	1.118	11.45	111.8	1.88
平 均 値		—	1.053	—	105.3
中 央 値		—	1.051	—	—
最 小 値		—	1.000	0.49	100.0
最 大 値		—	1.118	11.45	111.8
標 準 偏 差		—	0.036	—	—
施設間変動係数		—	3.44	—	—
設 定 値		—	1.000	—	—

5 ま と め

(1) 総アルカリ度は、Zスコア、箱ひげ図ではずれた機関があったが、標準偏差は0.88、施設間変動係数は3.01%で、施設内変動係数は0.15~3.56%の範囲にあり、良好な結果であった。

(2) アルミニウムは、設定濃度に対する割合、Zスコア及び箱ひげ図ではずれた機関があったが、施設間変動係数は7.66%、設定濃度に対する割合は86.1~119.4であり、概ね良好な結果であった。

(3) フッ素は、設定濃度から大きくはずれた結果を示し、Grubbsの検定で異常値と判断され棄却された1機関を除いた結果では、Zスコア、箱ひげ図ではずれた機関があったが、施設間変動係数は2.24%、設定濃度に対する割合は97.0~105.1%であり、良好な結果であった。

(4) ホルムアルデヒドは、設定濃度から大きくはずれた結果を示し、Grubbsの検定で異常値と判断され棄却された1機関と、施設内変動係数が10%以上で、設定濃度から大きくはずれた結果を示し、Grubbsの検定で異常値と判断され棄却された1機関を除いた結果では、施設間変動係数は9.89%、設定濃度に対する割合は80.5~120.0%であり、概ね良好な結果であった。

(5) TOC は、施設内変動係数が10%以上の機関があったが、施設間変動係数は3.44%、設定濃度に対する割合は100.0~111.8%であり、概ね良好な結果であった。

今回の調査では、一部の項目において、試料の希釈忘れや、測定値の計算ミスなどの単純なミスがみられた。

また、提出物の不備や、定められた分析期日を遅滞して分析していた機関もあり、各機関における標準作業書等の見直し並びに分析チェック体制の強化が望まれる。

文 献

- 1) 柿本 均, 加藤充蔵, 矢田峯子, 西川孝蔵, 河端芳美: 石川衛公研年報, 26, 307—319 (1989)
- 2) 澤田道和, 柴野 昭, 大西道代: 石川保環研報, 31, 226—237 (1994)
- 3) 南由美子, 初瀬 裕, 柴野 昭, 米沢由美子, 芹川俊彦: 石川保環研報, 36, 43—45 (1999)
- 4) 初瀬 裕, 南由美子, 柴野 昭, 芹川俊彦: 石川保環研報, 37, 130—132 (2000)
- 5) 初瀬 裕, 橋田哲郎, 柴野 昭, 芹川俊彦: 石川保環研報, 38, 105—111 (2001)
- 6) 初瀬 裕, 橋田哲郎, 柴野 昭, 倉本早苗: 石川保環研報, 39, 72—76 (2002)
- 7) 橋本潤子, 平尾真規子, 柴野 昭, 倉本早苗, 戌亥一朗: 石川保環研報, 41, 72—76 (2004 9)
- 8) 橋本潤子, 小西秀則, 倉本早苗, 児玉洋江, 戌亥一朗: 石川保環研報, 42, 83—88 (2005)
- 9) 橋本潤子, 山田恵子, 戌亥一朗, 北村守次: 石川保環研報, 43, 91—95 (2006)
- 10) 菅 民郎: Excel で学ぶ統計解析入門第2版, オーム社, 東京 (2003)

〔資 料〕

石川県における硝酸性窒素及び亜硝酸性窒素による地下水汚染について

石川県保健環境センター環境科学部

岡田真規子・山田 肇
杉盛 耕益・小西 秀則

キーワード：硝酸性窒素及び亜硝酸性窒素，地下水汚染

1 はじめに

硝酸性窒素及び亜硝酸性窒素による地下水汚染¹⁾の原因は、施肥、家畜排泄物、生活廃水など多岐にわたるため、汚染が広範囲に及ぶ場合が多い。このため国は、平成11年2月に硝酸性窒素及び亜硝酸性窒素を、環境基準項目に追加し、平成11年度から全国で水質汚濁防止法に基づく常時監視が行われている。その結果、概況調査では他の項目に比べて環境基準超過率が高く、定期モニタリング調査においても環境基準超過本数が多い。

本県では、硝酸性窒素及び亜硝酸性窒素について、平成14年度、17年度、18年度に概況調査を実施するとともに、この調査で環境基準を超過した井戸について定期モニタリング調査を実施したので、その結果について報告する。

2 調査方法

2・1 調査地点

「石川県水質測定計画」に従い、概況調査では県内を4kmメッシュに区分し、さらにこのメッシュを2kmメッシュに分割し、4kmメッシュ区画内で4分割された区域において調査井戸を選定した（図1）。なお、概況調査は各4kmメッシュ区画内を4年間で網羅して調査するサイクルを繰り返すローリング方式を用いて実施し、環境基準を超過するなど高濃度の汚染が発見された場合には汚染井戸周辺地区調査を実施し、そこで汚染が確認された井戸を定期モニタリング調査地点とした。

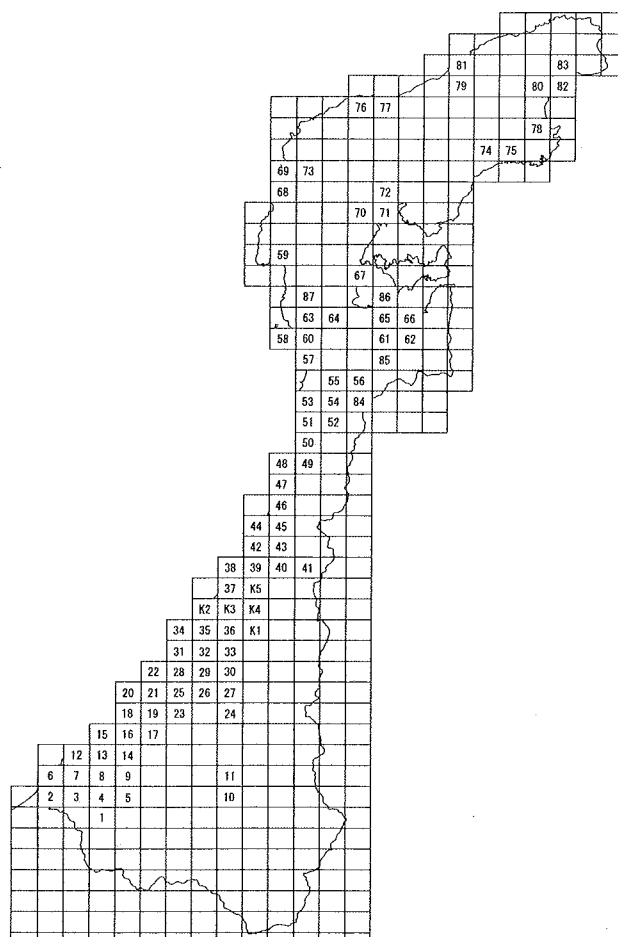


図1 概況調査図

Groundwater Contamination of Nitrate-Nitrogen and Nitrite-Nitrogen in Ishikawa Prefecture. by OKADA Makiko, YAMADA Hajime, SUGIMORI Koueki and KONISHI Hidenori (Environmental Science Department, Ishikawa Prefectural Institute of Public Health and Environmental Science)

Key words : Nitrate-Nitrogen and Nitrite-Nitrogen, Groundwater contamination

表 1 概 況 調 査 結 果

(単位：mg/L)					(単位：mg/L)				
メッシュ	平成14年度	平成17年度	平成18年度		メッシュ	平成14年度	平成17年度	平成18年度	
1	1.2	<0.02	0.47		30	1.6	1.5	—	
2	—	0.63	0.15		31	1.1	0.31	2.2	
3	2.2	<0.02	0.13		32	2.1	1.8	1.8	
4	0.47	2.1	1.6		33	1.9	1.6	1.4	
5	—	3.4	2.2		34	—	—	—	
6	—	—	2.9		35	1.7	0.65	1.6	
7	<0.02	0.47	2.9		36	2.1	—	—	
8	0.43	0.94	<0.02		37	—	6.5	—	
9	2.6	0.58	1.8		38	—	—	2.4	
10	—	0.67	—		39	3.2	4.5	—	
11	—	2.4	—		40	<0.02	—	<0.02	
12	3.3	—	1.9		41	—	2.4	<0.02	
13	0.44	3.6	2.2		42	5.6	—	0.09	
14	6.0	8.4	5.2		43	0.12	<0.02	<0.02	
15	—	1.0	—		44	—	—	10	
16	6.2	1.2	14		45	0.02	4.1	0.27	
17	4.1	<0.02	0.66		46	2.5	2.3	1.4	
18	1.9	5.0	13		47	4.1	—	2.5	
19	<0.02	<0.02	0.75		48	—	—	3.0	
20	—	—	—		49	1.5	23	0.92	
21	0.07	<0.02	0.86		50	4.9	2.7	—	
22	0.55	—	0.69		51	—	3.7	1.9	
23	9.2	1.4	0.32		52	1.1	<0.02	2.3	
24	—	—	1.1		53	1.1	5.1	0.37	
25	<0.02	<0.02	2.1		54	—	0.85	2.3	
26	0.33	0.42	0.36		55	3.0	<0.02	—	
27	1.4	0.67	1.7		56	0.29	1.4	0.38	
28	0.59	0.65	1.3		57	—	0.88	2.6	
29	1.4	1.2	2.1		58	—	—	1.8	

下線：環境基準 (10mg/L以下) 超過

—：未測定

注) 同一メッシュ内での測定井戸は3井とも異なる井戸である

(単位：mg/L)				
メッシュ	平成14年度	平成17年度	平成18年度	
59	2.3	8.4	—	
60	0.34	2.5	0.24	
61	0.79	0.42	0.06	
62	0.10	<0.02	0.02	
63	1.5	<0.02	1.9	
64	0.32	<0.02	<0.02	
65	0.11	<0.02	1.1	
66	0.19	<0.02	—	
67	<0.02	0.40	<0.02	
68	2.2	—	0.26	
69	—	1.7	—	
70	—	<0.02	<0.02	
71	<0.02	<0.02	<0.02	
72	0.23	—	—	
73	1.8	1.2	0.11	
74	0.12	0.13	<0.02	
75	—	0.81	<0.02	
76	1.7	0.31	0.79	
77	0.08	<0.02	1.8	
78	0.14	<0.02	0.51	
79	1.3	0.24	<0.02	
80	0.10	0.92	<0.02	
81	0.64	—	0.25	
82	—	1.8	—	
83	0.09	<0.02	0.72	
84	0.04	0.81	—	
85	0.14	0.79	2.4	
86	<0.02	—	—	
87	—	0.40	<0.02	

表 2 概況調査における濃度別での検出井戸数、検出率及び環境基準（10mg/L以下）超過率
（単位：井）

	平成14年度	平成17年度	平成18年度
環境基準（10mg/L以下）超過	0	1	2
1.0mg/L以上10mg/L以下	32	27	31
0.1mg/L以上1.0mg/L未満	20	22	20
0.02mg/L以上0.1mg/L未満	5	0	3
報告下限値（0.02mg/L）未満	7	19	13
調査井戸数	64	69	69
検出井戸数	57	50	56
検出率（検出井戸数/調査井戸数）	89.1%	72.4%	81.2%
超過率（環境基準超過井戸数/調査井戸数）	0.0%	1.4%	2.9%

検出井戸数：報告下限値（0.02mg/L）以上で検出がみられた井戸

表 3 定期モニタリング調査中の2井における調査結果

		平成14年度		平成15年度		平成16年度		平成17年度		平成18年度		(単位：mg/L)			
	メッシュ	概況調査	汚染井戸 周辺地区 調査	定期モニ タリング (前期・後 期の平均)	定期モニ タリング (前期)	定期モニ タリング (後期)	定期モニ タリング (前期・後 期の平均)	定期モニ タリング (前期)	定期モニ タリング (後期)	定期モニ タリング (前期・後 期の平均)	定期モニ タリング (前期)		定期モニ タリング (後期)		
平成14年度概況 調査地点(A井)	23	9.2	9.8	11	10	11	9.9	9.8	10	10	9.2	11	8.6	8.9	8.2

（単位：mg/L）

（単位：mg/L）

	メッシュ	平成17年度		平成18年度		
		概況調査	汚染井戸 周辺地区 調査	定期モニ タリング・後 期の平均)	定期モニ タリング (前期)	定期モニ タリング (後期)
平成17年度概況 調査地点(B井)	49	23	8.5	4.8	3.2	6.4

報告下限値：0.02mg/L、環境基準：10mg/L以下

下線：環境基準超過

平均値の計算：有効数字を2桁までとし、その下の桁を四捨五入する。

2・2 調査項目

調査項目は、硝酸性窒素及び亜硝酸性窒素である。

2・3 分析法

試料の分析は「地下水の水質汚濁に係る環境基準について」(平成9年3月環境庁告示第10号)に準じた。

3 調査結果

3・1 概況調査結果

硝酸性窒素及び亜硝酸性窒素の概況調査結果を表1に、また、濃度別での検出井戸数、検出率及び環境基準(10mg/L以下)超過率を表2に示した。表1、2より硝酸性窒素及び亜硝酸性窒素の検出率(以下「検出率」という。)は、平成14年度では64井中57井で89.1%、平成17年度では69井中50井で72.4%、平成18年度では69井中56井で81.2%であった。そのうち環境基準超過井戸は、平成17年度に1井、18年度に2井で、環境基準超過率(以下「超過率」という。)はそれぞれ1.4%、2.9%であった。また、表2より硝酸性窒素及び亜硝酸性窒素が検出された井戸の濃度は9割以上が0.1mg/L以上であった。

3・2 定期モニタリング調査井戸の調査結果

現在、硝酸性窒素及び亜硝酸性窒素の定期モニタリング調査を実施している2井について、概況調査と汚染井戸周辺地区調査の結果を含めた調査結果を表3に示した。定期モニタリング調査を実施する条件は、概況調査及び汚染井戸周辺地区調査の結果が、平成14年度は環境基準の上限(10mg/L)の7割を超えて検出された場合、平成17年度以降は環境基準を超過した場合である。また、

硝酸性窒素及び亜硝酸性窒素のように自然界にある物質の場合、3年連続して環境基準の上限(10mg/L)の7割以下となった場合には終了としている。

定期モニタリング調査を実施している井戸は平成14年度の概況調査のメッシュ23(以下「A井」とする)と平成17年度の概況調査のメッシュ49(以下「B井」とする)の井戸である。表3よりA井での硝酸性窒素及び亜硝酸性窒素の濃度は平成15年度の定期モニタリング調査の前期・後期の平均値が環境基準を超過し、その他の調査結果はすべて環境基準の上限(10mg/L)の7割を超えての検出であった。B井での硝酸性窒素及び亜硝酸性窒素の濃度の環境基準超過は平成17年度の概況調査のみで、定期モニタリング調査では環境基準の上限(10mg/L)の7割以下の検出であった。

4 考 察

本県における概況調査結果は、検出率が平成17年度で72.4%、超過率は1.4%であり、環境省による平成17年度の全国における調査結果¹⁾(検出率:84.2%、超過率:4.2%)と比較して低く、汚染の程度が少なかった。

しかし、超過率は少なかったが、広範囲な検出が確認されているため、今後も地下水中における硝酸性窒素及び亜硝酸性窒素の検出状況の監視が必要であろう。

文 献

- 1) 環境省 水・大気環境局:平成17年度地下水質測定結果(平成18年12月)

〔資 料〕

志賀地区における大気中トリチウム濃度について

石川県保健環境センター環境科学部 川畑 俊之・小浦 利弘・小森 正樹

キーワード：トリチウム，大気中水蒸気，季節変動，原子力発電所

1 はじめに

トリチウムは、水素の同位体で半減期12.32年の β 線放出核種である。トリチウムの主な発生源としては、宇宙線による核反応，核実験によるフォールアウト，原子炉運転・核燃料再処理に伴う放出などがある。

宇宙線や核実験によって生成されたトリチウムは、水の形（HTO）になって、蒸発や降雨などを繰り返す地球規模での水循環に入り、環境中に広く分布している。1950年代～1960年代初期の大気圏内核実験によって大量のトリチウムが放出されたが、現在、わが国における環境中トリチウム濃度は、核実験以前のレベルにほぼ戻りつつある。

一方、原子力施設からのトリチウムは局地的に偏在し、他県における調査^{1)～3)}では、管理放出の影響が大気、降水、松葉などの一部に現れている。今日、トリチウムは平常時における原子力発電所からの唯一の放出核種とも言える。

石川県では、志賀原子力発電所の周辺環境放射線監視計画に基づき、水道水や海水のトリチウム濃度を測定しているが、これまで大気中トリチウム濃度は測定していない。平成18年3月から2号機が営業運転を開始しており、トリチウム放出量の増加が見込まれる。

そこで、大気中トリチウム濃度の測定を行い、その濃度レベルを把握するとともに、バックグラウンドの季節変動，原子力発電所による寄与を検討した。

2 方 法

2・1 試料採取

採取地点は、志賀原子力発電所周辺の4地点（志賀地区）および比較対照地点の保健環境センター（金沢市）とした。試料は、大気中水蒸気（全地点）および降水（2地点）とした。採取地点を図1に、採取地点と志賀原子力発電所の距離を表1に示す。

大気中水蒸気は、建屋内水蒸気と比較放射能は同じとみ

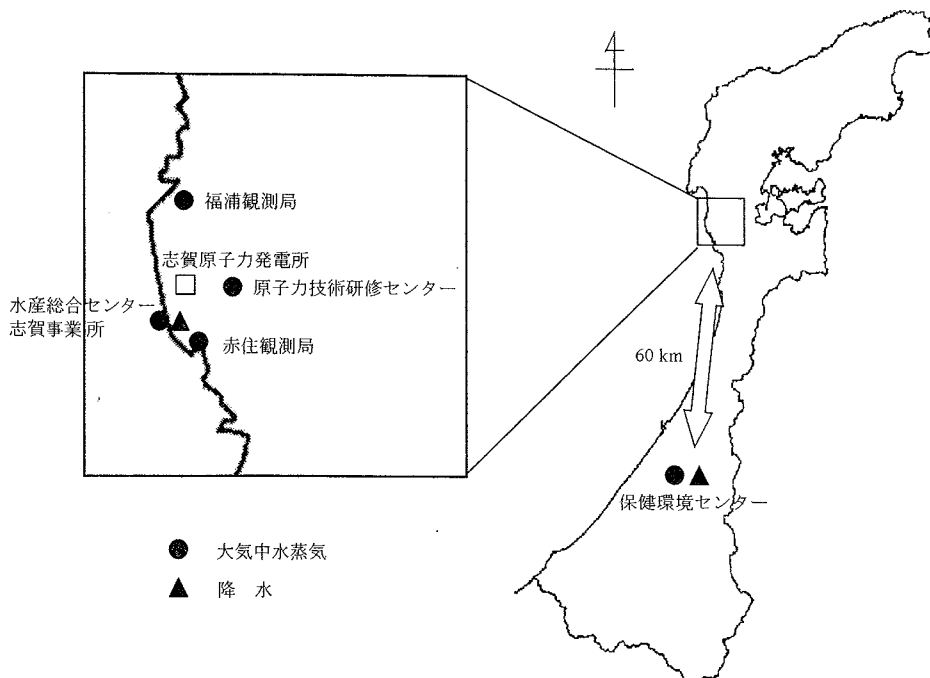


図 1 採取地点および試料

Tritium Concentration in the Atmosphere at Shika area. by KAWABATA Toshiyuki, KOURA Toshihiro and KOMORI Masaki (Environmental Science Department, Ishikawa Prefectural Institute of Public Health and Environmental Science)

Key words : Tritium, Atmospheric vapour, Seasonal variation, Nuclear power plant

表 1 採取地点と志賀原子力発電所の位置関係

採 取 地 点	方 位	距離 (m)	標高 (m)
水産総合センター 志賀事業所	南南西	750	1
赤住観測局	南南東	1,260	5
原子力技術研修センター	東	850	50
福浦観測局	北	2,300	20
保健環境センター	南	60,000	100

排気筒高さ (1, 2 号機): 100m (標高121m)

なして、各地点建屋内に設置した除湿器を用いて建屋内水蒸気を捕集することとし、降水は建屋傍らのデボジットゲージで採取した。

大気中水蒸気は平成18年1月から12月までの間に、毎月1回、7日間程度連続採取した。同時期の降水も採取し、その間に降雨がなかった場合は、降水の採取期間を延長した。

2・2 電解濃縮

1 Bq/L 程度以下のトリチウム測定では、電解濃縮法がよく適用される。今回、固体高分子電解質を用いたトリチウム濃縮装置（ペルメレック電極(株) XZ027）を用い、試料500mLを約63mLまで電解濃縮した。装置定数（濃縮前後のトリチウム濃度の比）は4.4～4.5であった。

2・3 測 定

試料の調製および測定は、文部科学省マニュアル⁴⁾に準じて行っ

た。

蒸留した試料水50mLと乳化シンチレータ（Ultima Gold LLT）50mLを100mLテフロンバイアルに加え、よく振り混ぜた。測定器内で約1週間放置後、低バックグラウンド液体シンチレーション計測装置（アロカ(株) LSC-LB5）で50分間×20回=1,000分間測定した。計数の異常値は、カイ二乗検定およびKシグマ検定で棄却した。

3 結果及び考察

3・1 測定結果

表2に大気中水蒸気および降水のトリチウム濃度の測定結果を示す。

(1) 大気中水蒸気

各地点におけるトリチウム濃度の年平均値は0.52～0.82Bq/Lであった。図2に大気中水蒸気のトリチウム濃度の月変化を示す。志賀地区の4地点は、比較対照地

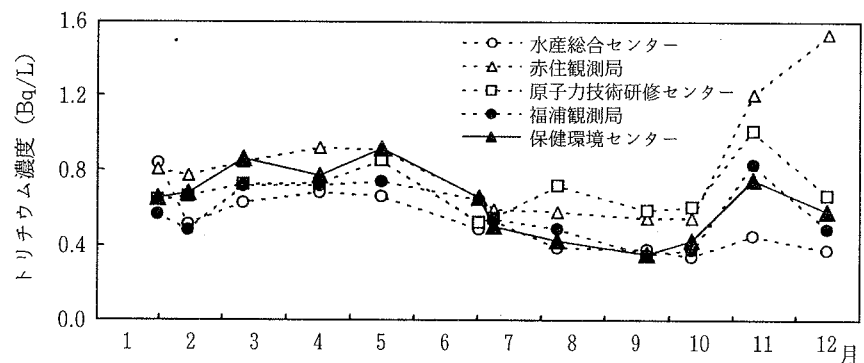


図 2 大気中水蒸気のトリチウム濃度の月変化

表 2 大気中水蒸気および降水のトリチウム濃度の測定結果

単位: Bq/L

	大 気 中 水 蒸 気					降 水	
	水産総合 センター	赤住観測局	原子力技術研修 セ ン タ ー	福浦観測局	保健環境 センター	水産総合 センター	保健環境 センター
平成18年 1 月	0.84±0.02	0.80±0.02	0.64±0.02	0.57±0.02	0.65±0.02	0.60±0.02	0.58±0.02
2 月	0.51±0.02	0.77±0.02	0.66±0.02	0.48±0.02	0.68±0.02	0.79±0.02	0.63±0.02
3 月	0.63±0.02	0.84±0.02	0.72±0.02	0.72±0.02	0.86±0.02	1.11±0.03	1.28±0.03
4 月	0.68±0.02	0.92±0.02	0.73±0.02	0.71±0.02	0.77±0.02	0.88±0.02	0.73±0.02
5 月	0.66±0.02	0.91±0.03	0.85±0.03	0.74±0.03	0.91±0.03	0.60±0.02	0.68±0.02
6 月	0.49±0.02	0.66±0.02	0.52±0.02	0.64±0.02	0.65±0.02	0.39±0.02	0.61±0.02
7 月	0.53±0.02	0.59±0.02	0.55±0.02	0.54±0.02	0.50±0.02	0.43±0.02	0.55±0.02
8 月	0.39±0.02	0.58±0.02	0.72±0.02	0.49±0.02	0.43±0.02	0.35±0.02	0.26±0.02
9 月	0.38±0.02	0.55±0.02	0.59±0.02	0.35±0.02	0.35±0.02	0.33±0.02	0.34±0.02
10月	0.34±0.02	0.54±0.02	0.60±0.02	0.38±0.02	0.43±0.02	0.23±0.02	0.24±0.02
11月	0.45±0.02	1.20±0.03	1.00±0.03	0.83±0.02	0.75±0.02	0.52±0.02	0.47±0.02
12月	0.37±0.02	1.52±0.03	0.66±0.02	0.49±0.02	0.58±0.02	0.62±0.02	0.66±0.02
平 均 値	0.52	0.82	0.69	0.58	0.63	0.57	0.59

点の保健環境センターとはほぼ同程度で、赤住観測局の12月が最高値であった。保健環境センターは、春（3～5月）に高く、夏から秋（7～10月）に低い季節変動を示していた。

(2) 降 水

トリチウム濃度の年平均値は両地点とも0.60Bq/L程度であった。図3に降水のトリチウム濃度の月変化を示す。水産総合センターは、比較対照地点の保健環境センターと同程度に推移していた。3月に高く8～10月に低い季節変動を示しており、季節変動は大気中水蒸気に比べて大きかった。

3・2 バックグラウンドの季節変動の検討

保健環境センターにおける大気中水蒸気のトリチウム濃度について、季節変動の要因を検討するため、国立環境研究所のMETEX⁵⁾を用いて、気塊の後方流跡線を4時間ごとに5日前まで計算した。計算開始地点は保健環境センター上空500mとした。得られた流跡線から気塊の起源を大陸性と海洋性に分類し、試料採取期間ごとに集計した。また、高層大気の降下の指標として、高度5,000m以上からの気塊の降下日数を求めた。その結果を図4および図5に示す。

気塊の起源について、1～5月および11～12月は大陸性起源が約8割以上であり、6～9月は海洋性起源が約6割以上であった。大陸性起源の割合が高いとき、トリチウム濃度も高い傾向が見られる。大陸では、核実験由来のトリチウムが大陸内で蒸発と降雨を繰り返すことで、海水による希釈を受けにくいためトリチウム濃度は高く⁶⁾、その大陸の水蒸気が季節風によって日本海側に運ばれてくるためと考えられる。また、図6に示すように、大陸性起源の気塊は、日本より高緯度地域からほとんど移流していた。トリチウムの分布は赤道から両極に向かって濃度が増加する⁶⁾ので、高緯度地域からの気塊の移流もトリチウム濃度の増加に寄与していると考えられる。

トリチウムは、他の成層圏由来の大気成分と同様に、いわゆるスプリングリーク⁷⁾

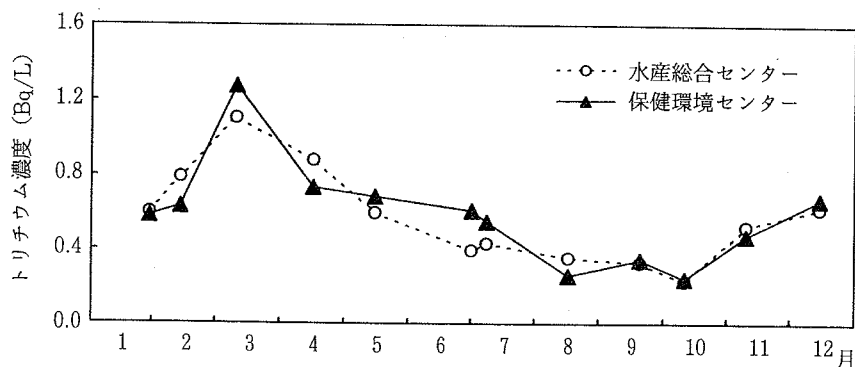


図 3 降水のトリチウム濃度の月変化

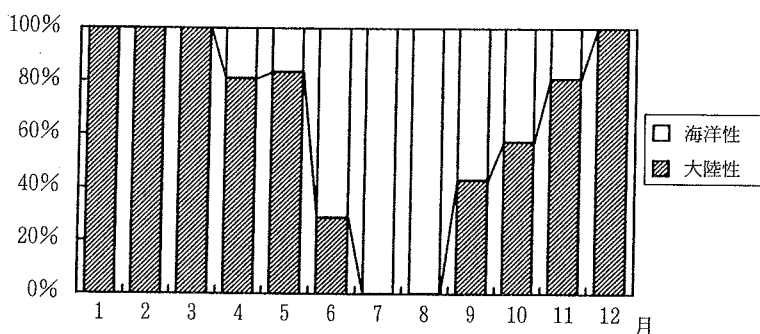


図 4 気塊の起源の割合

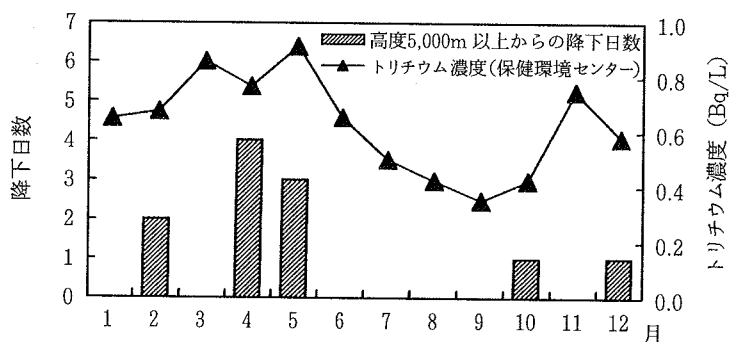


図 5 気塊の降下日数とトリチウム濃度

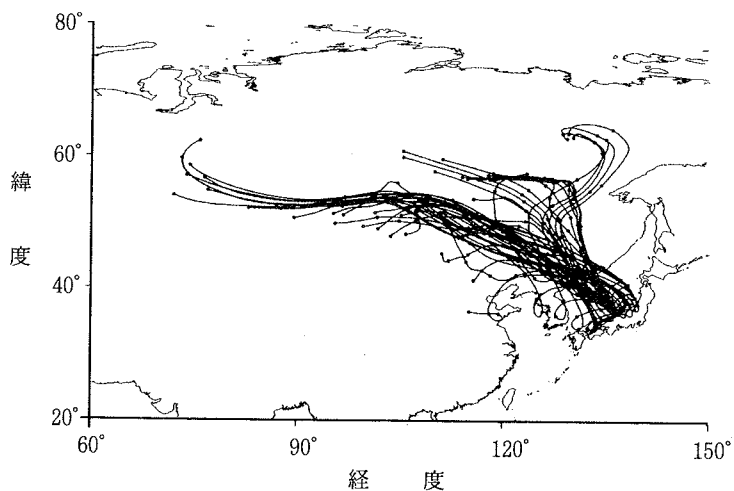


図 6 後方流跡線 (平成18年1月)

による成層圏からの降下によって、中緯度地域では春に濃度が高くなることが知られている。高度5,000m以上の気塊の降下日数を調べると、春(4～5月)に多かった(図5)。オゾンも成層圏で生成されるので、大気が清浄で光化学反応によるオゾンの生成が少ないと考えられる地点(能登島測定局)のオキシダント濃度(平均値)と比較した。オキシダント濃度とトリチウム濃度は、比較的高い相関を示し、春(3～5月)にオキシダント、トリチウムとも濃度が高かった(図7)。これらのことから、春に観測されたトリチウム濃度の増加には、成層圏トリチウムの降下が寄与していると推定される。

3・3 地点間の比較

(1) 大気中水蒸気

志賀地区の4地点と比較対照地点の保健環境センターのトリチウム濃度を比較した。各地点と保健環境センターとの相関を調べるため、一次式による回帰分析を行った。その際、回帰直線とデータ間の残差について、t検定に

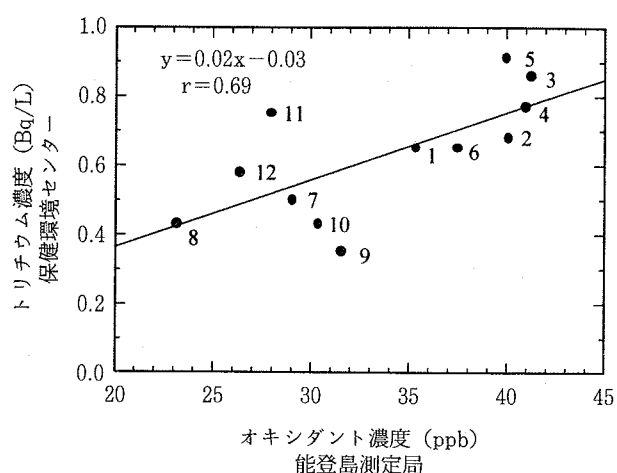


図7 オキシダント濃度とトリチウム濃度の散布図

よる棄却検定を行い、危険率5%で有意な差が見られたデータを棄却した。その結果を図8に示す。志賀地区の4地点と保健環境センターの距離は約60kmであり、気

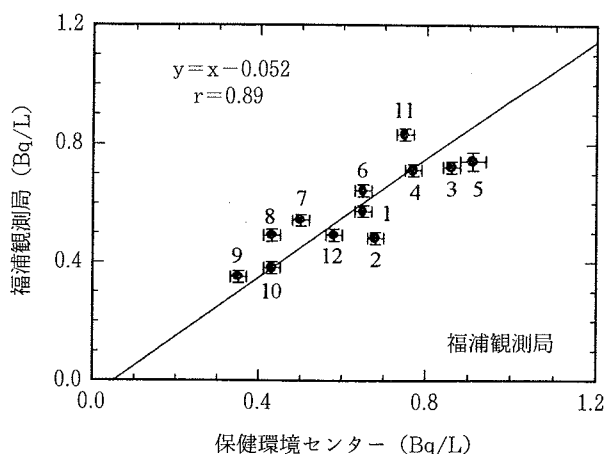
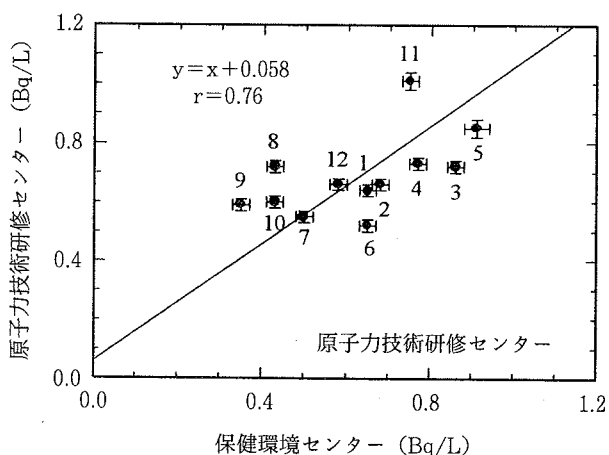
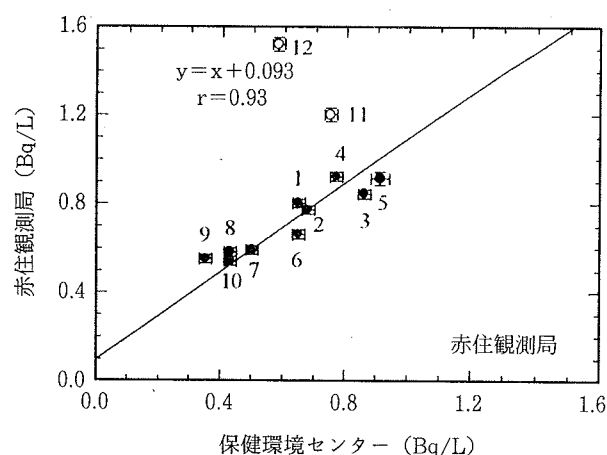
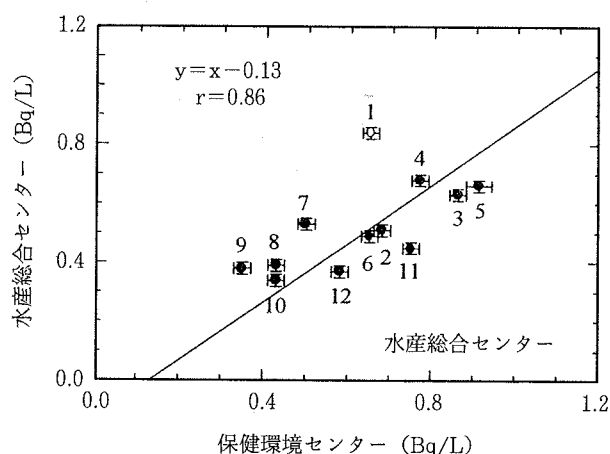


図8 各地点間の大気中水蒸気トリチウム濃度の散布図

(○は有意な差が見られたデータ)

団の規模から考えて同一地域とみなすことができる。一つの気団内では、大気中水蒸気のトリチウム濃度はそれほど変化しないと言われている⁷⁾。したがって、近傍の発生源の寄与を除くと、各地点におけるトリチウム濃度の季節変動による増減は同程度であると仮定し、傾きを1とした。この際、切片は保健環境センターを基準としたときの季節変動を除いた各地点の濃度を示すと考えられる。

各地点の傾きを1として回帰分析した結果、相関係数は0.76～0.93と比較的高いことから、季節変動による増減が各地点で同程度という仮定は妥当であると考えられる。また、切片は $-0.13 \sim 0.09 \text{ Bq/L}$ ではほぼゼロであることから、季節変動を除いた濃度も保健環境センターのトリチウム濃度と同程度であると考えられる。回帰直線と有意な差が見られたデータ間の残差は、水産総合センター1月が 0.32 Bq/L 、赤住観測局11、12月がそれぞれ 0.36 Bq/L 、 0.85 Bq/L であった。

以上から、志賀地区における大気中水蒸気のトリチウム濃度は、有意な差が見られたデータを除き、原子力発電所の寄与がほとんどなく、バックグラウンドを反映していることが示唆される。

(2) 降 水

図9に水産総合センターと保健環境センターの降水のトリチウム濃度の散布図を示す。大気中水蒸気の場合と同様に、一次式による回帰分析を行った。

相関係数は0.92と高く、季節変動による増減は保健環境センターと同程度であると考えられる。切片も -0.015 Bq/L とほぼゼロであり、季節変動を除いた濃度も保健環境センターのトリチウム濃度と同程度であると考えられる。

以上から、水産総合センターにおける降水のトリチウム濃度は、原子力発電所の寄与がほとんどなく、バックグラウンドを反映していることが示唆される。

3・4 原子力発電所による寄与の検討

図8で有意な差が見られたデータについて、その差が原子力発電所の寄与によるものかどうか検討するため、SPEEDI（緊急時迅速放射能影響予測ネットワークシステム）⁸⁾による原子力発電所から放出されたトリチウム

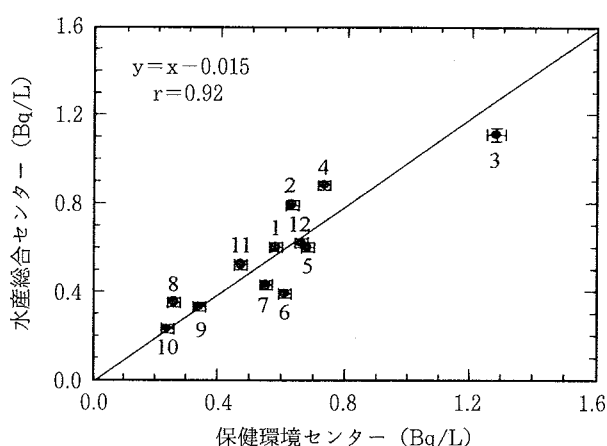


図9 降水のトリチウム濃度の散布図

の拡散濃度計算値と比較した。検討したのは、有意な差が見られた水産総合センター1月および赤住観測局11、12月である。

SPEEDIでは、トリチウム吸入による肺の等価線量（試料採取期間の積算値）を計算し、次式により、大気中水蒸気のトリチウム濃度（ mBq/m^3 ）を求めた。

$$A = B \div (C \times D \times E)$$

A：大気中水蒸気のトリチウム濃度（ mBq/m^3 ）

B：トリチウム吸入による肺の等価線量（ mSv ）

C：トリチウム吸入摂取による内部被ばくの線量係数 $2.1 \times 10^{-9} \text{ Sv/Bq}$

D：呼吸率 $1.2 \text{ m}^3/\text{h}$

E：試料採取期間（h）

トリチウム吸入による肺の等価線量の計算にあたっては、実気象データを用い、放出率は四半期のトリチウム放出量⁹⁾（表3）から放出率が一定と仮定して算出した。

表3 気体トリチウムの放出量（平成18年）

単位：Bq

	1～3月	4～6月	7～9月	10～12月
1号機	2.5×10^{10}	2.7×10^{10}	2.1×10^{10}	2.0×10^{10}
2号機	2.6×10^9	8.1×10^9	1.9×10^9	1.1×10^9
合 計	2.8×10^{10}	3.5×10^{10}	2.3×10^{10}	2.1×10^{10}

表4 SPEEDIによる計算値と測定値の比較

単位： mBq/m^3

		計算値 (A)	測定値 (B)	バックグラウンド濃度 (C)	(B-C)	比 $\left[\frac{A}{B-C} \right]$
水産総合センター	1月	2.9	4.0	2.5	1.5	2.0
赤 住 観 測 局	11月	0.1	11.1	7.8	3.3	0.03
赤 住 観 測 局	12月	0.4	9.8	4.3	5.5	0.08

測定値は、SPEEDI による計算値と比較するために、水 1 L あたりの濃度 (Bq/L) から、福浦観測局の平均気温と平均相対湿度を用いて、大気 1 m³ あたりの濃度 (mBq/m³) に換算した。

表 4 に SPEEDI による計算値と測定値の比較を示す。計算値は 0.1~2.9 mBq/m³ であり、測定値は 4.0~11.1 mBq/m³ であった。計算値と測定値を比較するには、測定値からバックグラウンド濃度を除く必要がある。ここでは、図 8 の各地点の回帰直線に、有意な差が見られた月の保健環境センターの濃度を代入して求めた値をバックグラウンド濃度 (Bq/L) とし、大気 1 m³ あたりの濃度 (mBq/m³) に換算して用いた。バックグラウンド濃度は 2.5~7.8 mBq/m³ であった。

これまでに行われた拡散実験の結果⁹⁾によれば、計算と実測の比の幅は、条件のよい平坦地形上でファクター 2 の幅 (1/2~2 倍)、複雑地形上で 1 オーダーの幅 (1/10~10 倍) を持つことが報告されている。志賀原子力発電所周辺はほぼ平坦地形であると仮定して、計算値と測定値 (バックグラウンド濃度を除く) の比を、ファクター 2 の幅と比較した。

水産総合センター 1 月は、その比が 2.0 でファクター 2 の幅に入っており、測定値 (バックグラウンド濃度を除く) は計算値と比較的一致していると考えられる。また、図 10 を見ると、水産総合センターはほぼ風下方向にあり、他の地点と比較して、計算値、測定値 (バックグラウンド濃度を除く) とともに大きく、原子力発電所の寄与の傾向が見られる。しかし、原子力発電所の寄与は 1.5 mBq/m³ 程度でバックグラウンド濃度と比べて小さく、明らかな原子力発電所の寄与と判断することはできない。

赤住観測局 11、12 月は、その比が 0.1 未満でファクター 2 の幅から外れており、計算値は測定値 (バックグラウンド濃度を除く) に比べて小さかった。図 11 の風配図を見ても、赤住観測局は風下方向ではなく、有意な差は原子力発電所の寄与によるものではないと考えられる。今後、有意な差が見られた原因について、引き続き検討を行いたい。

4 ま と め

大気中トリチウム濃度の測定を行った結果、次の知見が得られた。

(1) 大気中水蒸気および降水のトリチウム濃度は、年平均値が 0.52~0.82 Bq/L と自然濃度レベルであった。

(2) バックグラウンド濃度は、春に高く、夏から秋に低い季節変動を示しており、大陸からの気塊の移流、スプリングリークによる成層圏からの降下などが寄与して

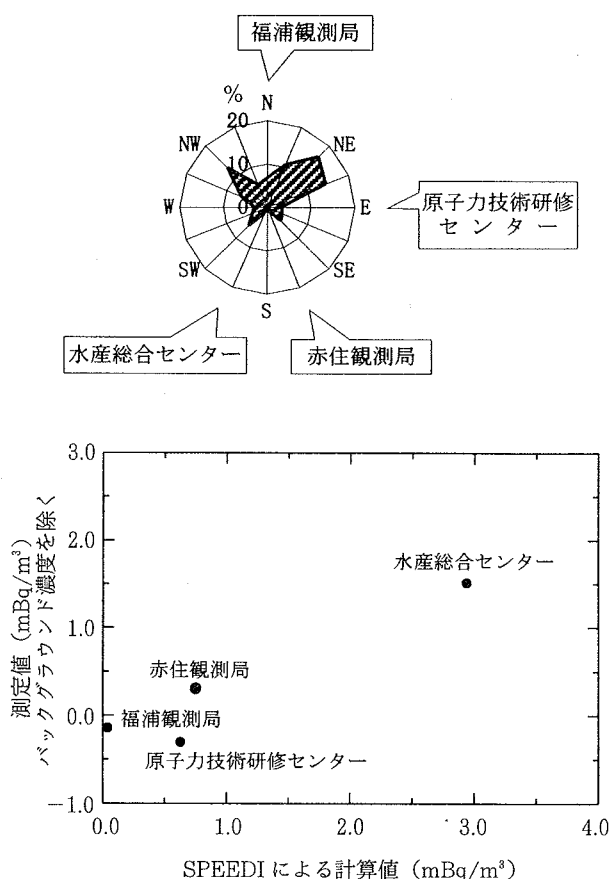


図10 SPEEDI による計算値と測定値の比較 (1 月)

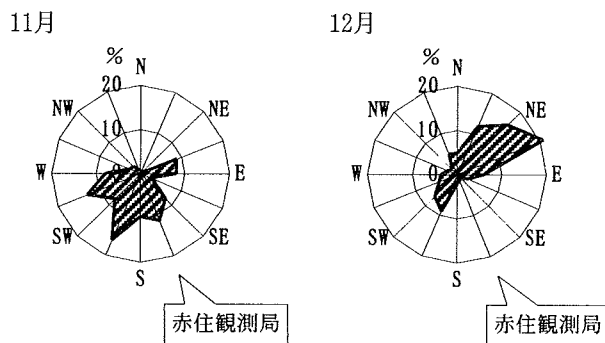


図11 風 配 図 (11, 12月)

いると推定された。

(3) 志賀地区のトリチウム濃度は、季節変動および濃度とも保健環境センターと同程度であり、バックグラウンドを反映していることが示唆された。

(4) 今回の調査期間中、明らかな原子力発電所の寄与は認められなかった。

今後は、さらに多くのデータを蓄積して、経年変化や有意な差が見られた原因などの検討を進めていきたい。

SPEEDI による計算を行っていただいた（財）原子力安全技術センターおよび試料採取にご協力いただいた北陸電力㈱に謝意を表します。

文 献

- 1) トリチウムの環境動態に関する総合研究班：文部省科学研究費補助金研究成果報告書「環境トリチウムの測定とその動態に関する研究，わが国における最近の成果資料要覧」（昭和59年3月）
- 2) MATSUURA K., SASA Y., NAKAMURA C., KATAGIRI H. : Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry, **197**(2), 295—307 (1995)
- 3) 吉岡満夫，高橋暁美，正通寛治，石川 修，岩間俊郎，須田直英，小畑一一，林津雄厚：福井県原子力環境監視センター所報，**9**，172—179 (2002)
- 4) 文部科学省：放射能測定法シリーズ9「トリチウム分析法」（平成14年改訂）
- 5) METEX ホームページ：http://cgermetex.nies.go.jp/metex/index_jp.html
- 6) 百島則幸：日本原子力学会誌，**39**(11)，923—925 (1997)
- 7) GAT Joel R., MOOK Willem G. and Meijer Harro A.J. : Environmental Isotopes in the Hydrological Cycle Principles and Applications, II (MOOK W.G.) p63—74, UNESCO/IAEA Series, Paris (2001)
- 8) 財団法人 原子力安全技術センター：SPEEDI ネットワークシステム実務講座テキスト（2006年6月）
- 9) 石川県：志賀原子力発電所周辺環境放射線監視結果報告書（平成18年）

〔資 料〕

石川県における積算線量測定に伴う不確かさの算出

石川県保健環境センター環境科学部 吉本 高志・中 谷 光・川畑 俊之
小浦 利弘・小森 正樹

キーワード：不確かさ，積算線量，熱蛍光線量計

1 はじめに

当センターでは、平成3年度から放射能分析確認調査の一環として、(財)日本分析センターと熱蛍光線量計(TLD)による積算線量測定のカロスチェックを行っている。測定結果の比較検討は経験的に設定した値によって行われているが、検討基準の設定値に対する根拠が求められるようになった。そこで日本分析センターは、新しい検討基準として、科学的かつ国際的な基準である En 数の手法を導入することとした。 En 数は、試験所間による分析・測定結果を比較し、技術的な検討を開始するための統計的基準であり、JIS¹⁾にも示されている。 En 数は比較を行う試験所の分析・測定法の不確かさをを用いて次式で計算される。

$$En \text{ 数} = |X_1 - X_2| / (U_1^2 + U_2^2)^{1/2}$$

ここで、 X_j は試験所 j における測定結果、 U_j は X_j に伴う拡張不確かさ^{2), 3)}を表す。

日本分析センターでは、平成20年度までに分析確認調査に係る全ての分析・測定項目の拡張不確かさを算出し、平成21年度から En 数による検討基準値を用いて評価を行うこととしている。

今回は、日本分析センターが提示した手法⁴⁾に基づいて、当センターにおけるTLDを用いた積算線量測定に伴う不確かさを評価したので報告する。

2 不確かさについて

不確かさとは、測定結果の信頼性を表すための尺度であり、真の値からの偏差としてではなく測定値のばらつき指標という形で定義され、誤差の考え方とは全く異なる。

なる。

従来の誤差や精度による測定結果の信頼性の評価・表現方法は、国や分野によって異なる考え方が存在し混乱があった。そこで、測定結果の信頼性の評価と表現の統一的方法として不確かさの概念が、1993年に国際標準化機構を含む7つの国際機関によって刊行された「計測における不確かさの表現のガイド」²⁾(Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement; GUM)の中で定められた。

GUMでは、不確かさを評価の方法でAタイプとBタイプの2つに分類している。Aタイプの不確かさは、測定値の統計解析から求められる実験標準偏差によって求められる。一方、Bタイプの不確かさは、成績書などの情報から推定される、または経験的に想定されるデータ分布の標準偏差を用いる。

ある測定の拡張不確かさを求めるには、まず測定操作を測定機器の安定性、試料調整、測定値のばらつきなど様々な要素に分け、それぞれの要素についてAタイプもしくはBタイプの相対標準不確かさ(相対標準偏差で表された不確かさ)を求める。次にそれらを二乗和で合成することで全体の相対標準不確かさ(合成相対標準不確かさ)を求める。最後に合成相対標準不確かさに包含係数を乗じて拡張不確かさとする。拡張不確かさ U は測定値 X の存在する区間を表現する実用的な尺度であり、測定結果がある確率で区間 $[X-U, X+U]$ 内に存在し得るということを表す。なお、その区間内に真の値が存在するということは想定されていない。包含係数は通常、 $k=2$ が用いられ、このとき測定結果が区間 $[X-U, X+U]$ に95%の確率で存在しうる。不確かさの求

Estimation of the Uncertainty about Integrating Dose Measurement in Ishikawa Prefecture.
by YOSHIMOTO Takashi, NAKATANI Mitsuru, KAWABATA Toshiyuki, KOURA Toshihiro
and KOMORI Masaki (Environmental Science Department, Ishikawa Prefectural Institute of
Public Health and Environmental Science)

Key words : Uncertainty, Integrating dose, Thermoluminescence dose meter

め方のフローチャートを図1に示す。

3 結 果

3・1 不確かさの要因

TLD による積算線量測定手順を図1に基づいて要素に分解すると、① TLD の初期化（アニーリング）、② TLD の設置・回収、③標準照射による TLD リードの校正、④ TLD の測定、である。この測定手順をもとに不確かさの要因を整理すると、測定及び校正の二つに大きく分けられる。不確かさの要因を図2に示す。以下、それぞれの要因について相対標準不確かさを算出する。

3・2 測 定

測定に含まれる不確かさの要因として、ブレドーズ（残留信号）、計測及び TLD リードの安定性が挙げられる。表1に測定に含まれる不確かさ要因の相対標準不確かさを示す。また、表2に測定の相対標準不確かさを示す。

(1) ブレドーズ

線量計のブレドーズは、アニーリングによって完全に消去できないため不確かさの要因となる。ここでは、予め許容しているブレドーズ量をもとに矩形分布を仮定して不確かさを評価した（Bタイプの不確かさ）。ブレドーズ許容量0.1mRにおける矩形分布の標準偏差は0.058 mR であり、環境場の測定値が10mR（ $\sim 100 \mu\text{Gy}$ ）のオーダーであるから、相対標準偏差は0.58 %となる。この値をブレドーズの相対標準不確かさとした。

(2) 計 測

実験操作に係る不確かさの要因であり、測定する線量にも依存する。ここでは、約7～30mR 照射した TLD の読取値の相対標準偏差を計測に使用した TLD の本数の平方根で除した値を相対標準不確かさとした（Aタイプの不確かさ）。TLD は6素子1組で16組を使用した。読取値の相対標準偏差は1.85%であったので、相対標準不確かさは1.85を6の平方根で除した0.76%となった。

(3) TLD リードの安定性

同一の TLD を用いて同一の測定操作を測定日を変えて行い、その読取値をもとに不確かさを算出する（Aタイプの不確かさ）。ここでは四半期毎の標準照射の結果を使用した。また、照射線源の半減期を考慮してレスポンス（＝読取値/照射線量）の相対標準偏差を相対標準不確かさとした。レスポンスの平均値が1.10、標準偏差が0.015であったので、相対標準不確かさは1.36%となった。

計測の相対標準不確かさは、(1)～(3)で求めた相対標準

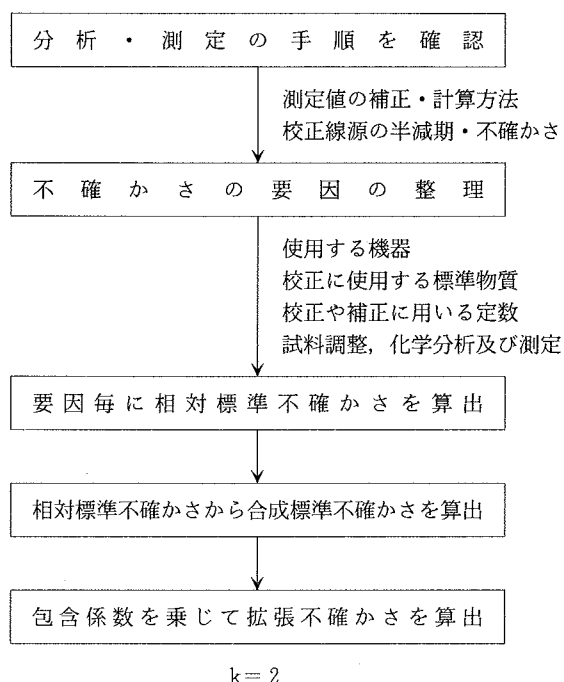


図1 不確かさの求め方

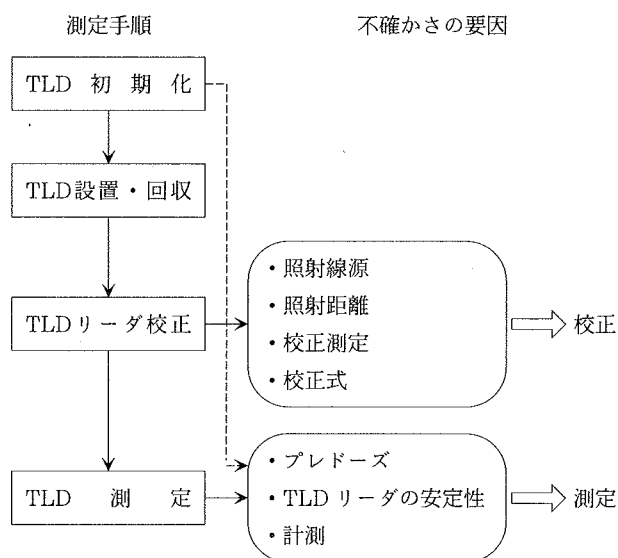


図2 TLD 測定に伴う不確かさの要因

不確かさを合成することで得られ、1.66%となった。

3・3 校 正

校正に含まれる不確かさの要因として、照射線源、照射距離、校正測定及び校正式が挙げられる。表3に校正に含まれる不確かさ要因の相対標準不確かさを示す。また、表4に校正の相対標準不確かさを示す。

(1) 照射線源

照射線源の不確かさは、成績書に記載されている相対標準不確かさ5.00%を用いた（Bタイプの不確かさ）。

表 1 測定に含まれる不確かさ要因の相対標準不確かさ

(1) プレドーズ

許容量 (mR)	測定値 (mR)	標準偏差 (矩形分布)	相対標準不確かさ (%)
0.10	10.0	0.058	0.58

(2) 計 測

照射線量 (mR)	7.17										14.30										21.50										28.70																		
	BG										BG										BG										BG										BG								
測定値 (mR)	0.33	0.31	0.32	0.32	0.32	7.90	7.99	7.97	7.79	15.7	15.6	15.9	15.5	22.7	23.2	23.6	23.3	30.7	31.8	31.6	31.6	23.2	23.6	23.3	24.0	31.1	32.1	31.6	31.9	23.2	23.6	23.3	24.2	31.4	32.1	32.3	32.3	32.4	32.6	32.9	32.9	33.1							
	0.33	0.32	0.32	0.34	0.34	8.14	8.03	7.98	8.00	16.1	15.8	15.9	15.7	22.8	23.3	23.9	24.0	31.1	32.1	31.6	31.6	23.3	23.9	24.0	24.2	31.4	32.1	32.3	32.3	32.4	32.6	32.9	32.9	33.1	33.1	33.1	33.1	33.1	33.1	33.1	33.1	33.1							
	0.34	0.35	0.32	0.35	0.35	8.14	8.17	7.98	8.18	16.1	15.9	16.1	15.9	23.4	23.7	24.0	24.2	31.4	32.1	32.3	32.3	23.7	24.0	24.2	24.3	31.5	32.3	32.6	32.6	32.6	32.6	32.6	32.6	32.6	32.6	32.6	32.6	32.6	32.6	32.6	32.6	32.6	32.6						
	0.36	0.35	0.38	0.35	0.35	8.23	8.20	8.00	8.21	16.2	15.9	16.2	16.0	23.5	23.9	24.2	24.3	31.5	32.3	32.6	32.6	23.9	24.2	24.3	24.3	31.5	32.3	32.6	32.6	32.6	32.6	32.6	32.6	32.6	32.6	32.6	32.6	32.6	32.6	32.6	32.6	32.6	32.6	32.6					
	0.38	0.36	0.38	0.36	0.36	8.34	8.24	8.01	8.39	16.2	16.0	16.5	16.5	23.7	24.0	24.2	24.4	31.8	32.5	32.9	32.9	24.0	24.2	24.4	24.4	31.8	32.5	32.9	32.9	32.9	32.9	32.9	32.9	32.9	32.9	32.9	32.9	32.9	32.9	32.9	32.9	32.9	32.9	32.9	32.9	32.9			
平均値 (mR)	0.40	0.38	0.38	0.36	0.36	8.35	8.33	8.17	8.41	16.4	16.4	16.6	16.6	24.4	24.1	24.5	24.4	32.2	32.6	33.3	33.1	24.1	24.5	24.4	24.4	31.8	32.5	32.9	32.9	32.9	32.9	32.9	32.9	32.9	32.9	32.9	32.9	32.9	32.9	32.9	32.9	32.9	32.9	32.9	32.9	32.9	32.9		
標準偏差	0.029	0.026	0.033	0.015	0.166	0.129	0.076	0.237	0.232	0.266	0.297	0.297	0.437	0.624	0.374	0.308	0.420	0.524	0.294	0.691	0.572	0.374	0.308	0.420	0.524	0.294	0.691	0.572	0.374	0.308	0.420	0.524	0.294	0.691	0.572	0.374	0.308	0.420	0.524	0.294	0.691	0.572	0.374	0.308	0.420	0.524	0.294	0.691	0.572
除BG (mR)	—	—	—	—	—	7.84	7.81	7.67	7.81	15.8	15.6	15.9	15.7	23.1	23.4	23.7	23.8	31.1	31.9	32.0	32.0	23.4	23.7	23.8	23.8	31.1	31.9	32.0	32.0	32.0	32.0	32.0	32.0	32.0	32.0	32.0	32.0	32.0	32.0	32.0	32.0	32.0	32.0	32.0	32.0	32.0	32.0	32.0	
標準偏差 (除BG)	—	—	—	—	—	0.167	0.129	0.077	0.237	0.232	0.266	0.297	0.437	0.624	0.374	0.308	0.420	0.525	0.295	0.691	0.572	0.374	0.308	0.420	0.525	0.295	0.691	0.572	0.374	0.308	0.420	0.525	0.295	0.691	0.572	0.374	0.308	0.420	0.525	0.295	0.691	0.572	0.374	0.308	0.420	0.525	0.295	0.691	0.572
相對標準偏差 (除BG)(%)	—	—	—	—	—	2.125	1.656	1.003	3.037	1.472	1.708	1.873	2.785	2.707	1.603	1.298	1.767	1.687	1.687	1.786	1.786	1.603	1.298	1.767	1.687	1.687	1.687	1.786	1.786	1.603	1.298	1.767	1.687	1.687	1.687	1.687	1.687	1.687	1.687	1.687	1.687	1.687	1.687	1.687	1.687	1.687	1.687	1.687	
相對標準偏差 (除BG)の平均値(%)	—	—	—	—	—	1.955	1.955	1.955	1.955	1.955	1.960	1.960	1.960	1.960	1.844	1.844	1.844	1.844	1.844	1.844	1.844	1.844	1.844	1.844	1.844	1.844	1.844	1.844	1.844	1.844	1.844	1.844	1.844	1.844	1.844	1.844	1.844	1.844	1.844	1.844	1.844	1.844	1.844	1.844	1.844	1.844	1.844		
平均値	1.85	1.85	1.85	1.85	1.85	1.85	1.85	1.85	1.85	1.85	1.85	1.85	1.85	1.85	1.85	1.85	1.85	1.85	1.85	1.85	1.85	1.85	1.85	1.85	1.85	1.85	1.85	1.85	1.85	1.85	1.85	1.85	1.85	1.85	1.85	1.85	1.85	1.85	1.85	1.85	1.85	1.85	1.85	1.85	1.85	1.85	1.85	1.85	
相對標準偏差	0.76	0.76	0.76	0.76	0.76	0.76	0.76	0.76	0.76	0.76	0.76	0.76	0.76	0.76	0.76	0.76	0.76	0.76	0.76	0.76	0.76	0.76	0.76	0.76	0.76	0.76	0.76	0.76	0.76	0.76	0.76	0.76	0.76	0.76	0.76	0.76	0.76	0.76	0.76	0.76	0.76	0.76	0.76	0.76	0.76	0.76	0.76	0.76	

(3) TLD リーダーの安定性

照射線量 (mR)	22.3	BG	22.1	BG	21.8	BG	21.5	BG
測定値 (mR)	24.7	0.32	24.0	0.39	24.2	0.37	23.3	0.25
	24.7	0.33	24.4	0.40	24.6	0.38	23.8	0.26
	24.9	0.34	24.6	0.41	24.6	0.40	23.8	0.28
	25.2	0.37	24.7	0.44	24.9	0.41	23.9	0.33
平均値 (mR)	25.5	0.38	24.7	0.44	25.2	0.41	23.9	0.54
	25.8	0.38	24.8	0.45	25.3	0.52	24.1	0.56
	25.1	0.35	24.5	0.42	24.8	0.42	23.8	0.37
	24.78	—	24.11	—	24.39	—	23.43	—
除 B G (mR)	—	—	—	—	—	—	—	—
レスポンス	1.11	1.09	1.12	1.09	1.12	1.09	1.09	1.36
標準偏差	1.10	0.015	1.10	0.015	1.10	0.015	1.10	1.36
相対標準偏差	1.10	0.015	1.10	0.015	1.10	0.015	1.10	1.36
相対標準不確かさ	1.10	0.015	1.10	0.015	1.10	0.015	1.10	1.36

表2 測定の相対標準不確かさ

ブレドーズ	計測	TLD リーダの安定性	合成相対標準不確かさ
0.58%	0.76%	1.36%	1.66%

表3 校正に含まれる不確かさ要因の相対標準不確かさ

(1) 照射線源

使用線源	成績書に記載されている相対標準不確かさ (%)
Cs-137	5.00

(2) 照射距離

許容差 (cm)	照射距離 (cm)	標準偏差 (矩形分布)	相対標準不確かさ (%)
0.1	100	0.058	0.12

(3) 校正測定

測定の相対標準不確かさ (%)
1.48

(4) 校正式

照射線量 (μGy)	0.00	62.2	123.3	186.5	
測定値 (mR)	0.29	7.68	15.6	22.8	
	0.30	7.93	15.6	23.0	
	0.31	8.05	15.8	23.3	
	0.33	8.07	15.9	23.4	
	0.34	8.09	16.0	23.5	
	0.34	8.20	16.4	23.5	
平均値 (mR)	0.32	8.03	15.9	23.3	
平均値 (μGy)	2.78	69.9	138.3	202.7	
u_a	u_b	r_{ab}	X (μGy)	u	相対標準不確かさ (%)
0.0120	1.526	-0.811	100	0.89	0.89

* 1 mR = 8.7 μGy

表4 校正の相対標準不確かさ

照射線源	照射距離	校正測定	校正式	合成相対標準不確かさ
5.00%	0.12%	1.66%	0.89%	5.34%

(2) 照射距離

TLD を標準照射する際は、専用の治具を使用して線源からの距離が一定となるように設置しているので、照射距離の不確かさは、治具の仕様書に記載の設置許容差から求めた (B タイプの不確かさ)。許容差の範囲内で矩形分布を仮定し、また線量は距離の二乗に反比例するので不確かさ u_R は、

$$u_R = 1 - (R / (R + \sigma_R))^2$$

ここで、 R は照射距離、 σ_R は照射距離の標準偏差である。 $R = 100\text{cm}$ 、許容差 0.1cm における $\sigma_R = 0.058\text{cm}$ であったので、照射距離の相対標準不確かさは 0.12% となった。

(3) 校正測定

リーダ校正用 TLD の測定に対する不確かさは、前に求めた測定の不確かさと同等の値 1.66% とした。

(4) 校正式

TLD リーダの校正式は、既知の線量を照射した TLD の読取値から、横軸を読取値、縦軸を照射線量として最小二乗法による直線近似によって求める。得られた校正式 $Y = aX + b$ の X に TLD の読取値を代入したときの Y が測定値となる。校正式から求めた測定値に対する不確かさ u は、

$$u^2 = X^2 u_a^2 + u_b^2 + 2 X u_a u_b r_{ab}$$

で与えられる。ここで、 u_a は a の標準偏差、 u_b は b の標準偏差、 r_{ab} は a と b の相関係数である。 u_a は

0.0120 、 u_b は 1.526 、

r_{ab} は -0.811 であった。

X を $100 \mu\text{Gy}$ とした

ときの相対値 0.89% を

校正式の相対標準不確

かさとした (A タイプ

の不確かさ)。

校正の相対標準不確

かさは (1)~(4) で求めた

相対標準不確かさを合

成することで得られ、

5.34% となった。

3・4 不確かさの合成

3・2 及び 3・3 で求め

た相対標準不確かさを用いて合成相対標準

不確かさを求めると、 5.59% となった。

包含係数 $k = 2$ を乗じて、拡張不確かさ

は 11.18% となった (表 5)。

4 ま と め

日本分析センターが提示した手法に基づいて、TLD による積算線量測定に係る不確かさを求めた。合成相対標準不確かさは 5.59% であった。また、拡張不確かさは 11.18% となった。

今後、他の測定項目について順次、不確かさを評価していく予定である。また、蛍光ガラス線量計による積算線量測定の不確かさも評価していきたい。

表 5 合成相対標準不確かさと拡張不確かさ

不確かさの要素		不確かさのタイプ	相対標準不確かさ (%)	合成相対標準不確かさ (%)	包含係数	拡張不確かさ (%)
測定	ブ レ ド ー ズ	B	0.58			
	計 測	A	0.76			
	TLDリーダの安定性	A	1.36			
				1.66		
校正	照 射 線 源	B	5.00			
	照 射 距 離	B	0.12			
	校 正 測 定	—	1.66			
	校 正 式	A	0.89			
				5.34		
				5.59	2	11.18

文 献

- 1) 試験所間比較による技能試験 第1部：技能試験スキームの開発及び運営 JIS Q0043-1：1998
- 2) 飯塚幸三：計測における不確かさの表現のガイド，日本規格協会，東京（1996）
- 3) 今井秀孝：計測の信頼性評価，日本規格協会，東京（1996）
- 4) 放射能分析確認調査における「不確かさ」の求め方，（財）日本分析センター（2006）

〔資 料〕

石川県におけるフォールアウト調査

(平成18年度)

石川県保健環境センター環境科学部 小 浦 利 弘・國 本 佐 恵

キーワード：フォールアウト，環境放射能

1 は じ め に

全国放射能監視ネットワーク（文部科学省）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18年度の文部科学省委託放射能調査結果の概要を述べる。

2 調 査 方 法

2・1 調査対象

調査対象は、定時（午前9時）採取の降水、大型水盤による降下物（1ヵ月毎）、陸水、土壌（0～5cm，5～20cm），農畜産物（精米，大根，ハウレン草，牛乳），海産生物（ワカメ，サザエ，フクラギ），日常食，空間線量率，である。

2・2 測定方法

定時降水は全ベータ測定を，降下物，陸水，土壌，農畜産物，海産生物，日常食は核種分析を，空間線量率はサーベイメータ及びモニタリングポストによる測定を，それぞれ行った。

全ベータ測定は，文部科学省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β線自動測定装置 JDC-3201（アロカ製）により行った。校正線源として科研製 U_3O_8 （500dps）を使用した。

核種分析は，文部科学省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）に基づきゲルマニウム半導体検出器

（CANBERRA 製）及び波高分析器（東陽テクニカ製）により行った。

サーベイメータによる空間線量率測定には 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測定は，文部科学省放射能測定法シリーズ「連続モニタによる環境γ線測定法」（平成8年改訂）に基づき MAR-21（アロカ製）により行った。

3 調査結果とまとめ

3・1 降水の全ベータ

表1に，調査期間（平成18年4月1日～平成19年3月31日）における定時降水中の全ベータ放射能測定結果を示す。年間降水量は2,397.0mmであった。採取試料数は118検体であり，そのうち1検体で全ベータ放射能が検出された。月間降下量の最大は1月の9.2MBq/km²であった。

3・2 核種分析

表2に，環境試料中の放射能濃度測定結果を示す。

(1) 降下物

1ヵ月毎の降下物中の放射能濃度は、セシウム-137が N.D～0.15MBq/km² であり，年間降下量は0.30MBq/km²であった。その他の人工放射性核種は検出されなかった。

(2) 核種分析試料（降下物以外）

セシウム-137が土壌で31Bq/kg 乾土（0～5cm），27Bq/kg 乾土（5～20cm），日常食で0.16Bq/人・日，フクラギで0.16Bq/kg 生と検出された。その他の試料は

Survey Data of Fall-out in Ishikawa Prefecture, April 2006 to March 2007. by KOURA Toshihiro and KUNIMOTO Sae (Environmental Science Department, Ishikawa Prefectural Institute of Public Health and Environmental Science)

Key words : Fall-out, Environmental radioactivity

検出限界未満であった。

(3) 牛乳中のヨウ素-131

表 3 に牛乳中のヨウ素-131濃度測定の結果を示す。牛乳中のヨウ素-131はいずれも検出されなかった。

3・3 空間線量率

表 4 に空間放射線線量率の測定結果を示す。サーベイメータによる空間線量率は90～98 nGy/h (宇宙線寄与分の30nGy/hを含む)の範囲にあった。モニタリングポストによる空間線量率は39～101nGy/hの範囲にあり、過去3年間の変動範囲(24～119nGy/h)と同程度であった。年平均値は51nGy/hであった。

表 1 定時降水中の全ベータ放射能測定結果

採取場所：金沢市太陽が丘（石川県保健環境センター B 棟屋上）

採取年月	降水量 (mm)	検出数/ 測定数	放射能濃度(Bq/l)		月間降水量 (Mbq/km ²)
			最低値	最高値	
平成18年 4 月	186.0	0/ 15	—	N.D	N.D
5 月	191.5	0/ 10	—	N.D	N.D
6 月	55.0	0/ 7	—	N.D	N.D
7 月	556.5	0/ 14	—	N.D	N.D
8 月	49.0	0/ 3	—	N.D	N.D
9 月	235.0	0/ 8	—	N.D	N.D
10月	147.0	0/ 5	—	N.D	N.D
11月	285.0	0/ 12	—	N.D	N.D
12月	254.0	0/ 14	—	N.D	N.D
平成19年 1 月	155.0	1/ 11	N.D	1.7	9.2
2 月	118.0	0/ 9	—	N.D	N.D
3 月	165.0	0/ 10	—	N.D	N.D
年 間 値	2,397.0	1/118	N.D	1.7	N.D～ 9.2
前年度までの過去3年間の値		12/354	N.D	10	N.D～280

N.D：検出されず（値が計数誤差の3倍を下回る場合）

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		前年度までの過去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	0.15	N.D	0.23	なし	MBq/km ²
陸水	上水 (蛇口水)	金沢市太陽が丘	H18. 6	1	—	N.D	—	N.D	なし	mBq/L
土壌	0 ～ 5 cm	金沢市末町	H18. 8	1	—	31	26	31	なし	Bq/kg乾土
					—	780	1,200	1,700	なし	MBq/km ²
	5 ～ 20 cm	金沢市末町	H18. 8	1	—	27	21	39	なし	Bq/kg乾土
					—	2,800	1,600	4,600	なし	MBq/km ²
精米		内灘町向栗崎	H18.10	1	—	N.D	—	N.D	なし	Bq/kg精米
野菜	大根	金沢市西念町	H18.10	1	—	N.D	N.D	0.027	なし	Bq/kg生
	ホウレン草		H18.10	1	—	N.D	—	N.D	なし	
牛乳		羽咋郡宝達志水町坪山	H18. 8	1	—	N.D	—	N.D	なし	Bq/L
日常食		金沢市	H18. 6	2	N.D	0.16	N.D	0.17	なし	Bq/人・日
			H19. 1							
海産生物	ワカメ	鳳至郡門前町鹿磯	H18. 4	1	—	N.D	—	N.D	なし	Bq/kg生
	サザエ		H18. 6	1	—	N.D	—	N.D	なし	
	フクラギ		H18.10	1	—	0.16	0.15	0.17	なし	

N.D：検出されず（値が計数誤差の3倍を下回る場合）

表 3 牛 乳 中 ¹³¹I 濃 度 測 定 結 果

採取場所	羽咋郡宝達志水町坪山ナ部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	H18. 5. 9	H18. 7.21	H18. 8.21	H18. 9.25	H18.11.14	H19. 1.16	H19. 3.12	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	—	N.D

N.D：検出されず（値が計数誤差の3倍を下回る場合）

表 4 空間放射線量率モニタリング結果

測定地点：金沢市太陽が丘

測定年月	モニタリングポスト(nGy/h)			サーベイメータ* ¹⁾ (nGy/h)
	最低値	最高値	平均値	
平成18年4月	48	72	51	92
5月	48	67	50	92
6月	48	65	50	94
7月	47	79	51	92
8月	48	68	50	96
9月	47	78	50	98
10月	47	64	50	92
11月	47	78	51	90
12月	40	95	52	96
平成19年1月	42	101	51	90
2月	45	83	51	92
3月	39	79	50	92
年間値	39	101	51	90～98
前年度までの 過去3年間の値	24	119	49	76～100

*¹⁾ 宇宙線寄与分30nGy/hを含む。

〔短 報〕

海水中の腸炎ビブリオ挙動調査

(平成18年度)

石川県保健環境センター健康・食品安全科学部

石川県石川中央保健福祉センター

石川県能登中部保健福祉センター

石川県能登北部保健福祉センター

新川 晶子・児玉 洋江・山田 恵子

高岡 菊江・芹川 俊彦

谷村 睦美・本庄 峰夫

久堂 妙子・廣坂ますみ

山下千鶴子・橋本喜代一

キーワード：腸炎ビブリオ，耐熱性溶血毒（TDH），耐熱性溶血毒類似毒（TRH）

海産魚介類等を介して発生する腸炎ビブリオ食中毒は、海水温の上昇する夏季に多発している。本県では、平成16年の腸炎ビブリオ食中毒の多発（食中毒事例11件、患者数222名）を受けて、平成17年度から、海水中の腸炎ビブリオの挙動を調査することとし、県薬事衛生課、保健福祉センター、保健環境センターで役割を分担して平成18年度においても継続して調査を実施した。調査結果は、県ホームページ「食の安全・安心情報」中の「腸炎ビブリオによる食中毒を防止するために」に、腸炎ビブリオ挙動調査結果として毎週掲載した。

本調査の事業概要を図1に示す。調査は県内3地点で、平成18年7月3日～10月2日に実施し、保健福祉センターは期間中毎週、海水の採取、試料の調整（濃縮）、腸炎

ビブリオ最確数（MPN）の検査を行った。保健環境センターは、濃縮試料を用いて腸炎ビブリオの病原因子である耐熱性溶血毒（TDH：Thermostable Direct Hemolysin）と、易熱性の耐熱性溶血毒類似毒（TRH：TDH-Related Hemolysin）の遺伝子の検出を行った。

検査方法は、図2に示すように、昨年¹⁾同様、既に同様の調査を実施している新潟県の方法²⁾に準じて行った。保健福祉センターは、現場で、海水採水時の天候、気温、海水温及び塩分濃度を測定した。また、海水10L全量を孔径0.45μmのメンブレンフィルターで吸引濾過し、フィルターを3%NaCl加リン酸緩衝液（PBS）10mlで1分間ストマッキングして得た1,000倍濃縮液を試料原液とした。腸炎ビブリオ菌数は、2%NaCl加アルカリペ

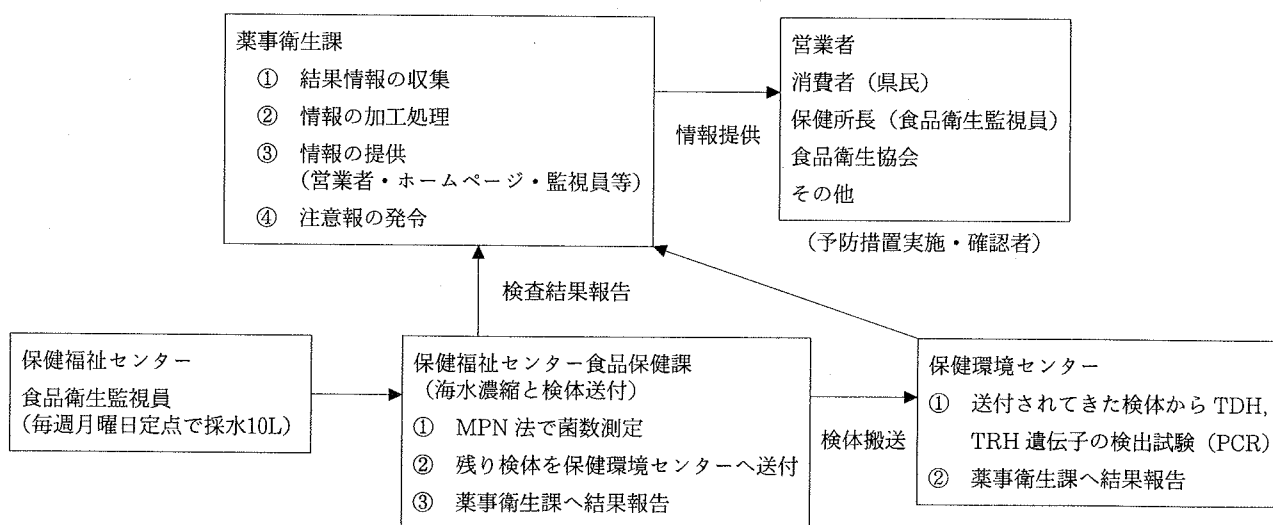


図1 腸炎ビブリオ挙動調査事業概要

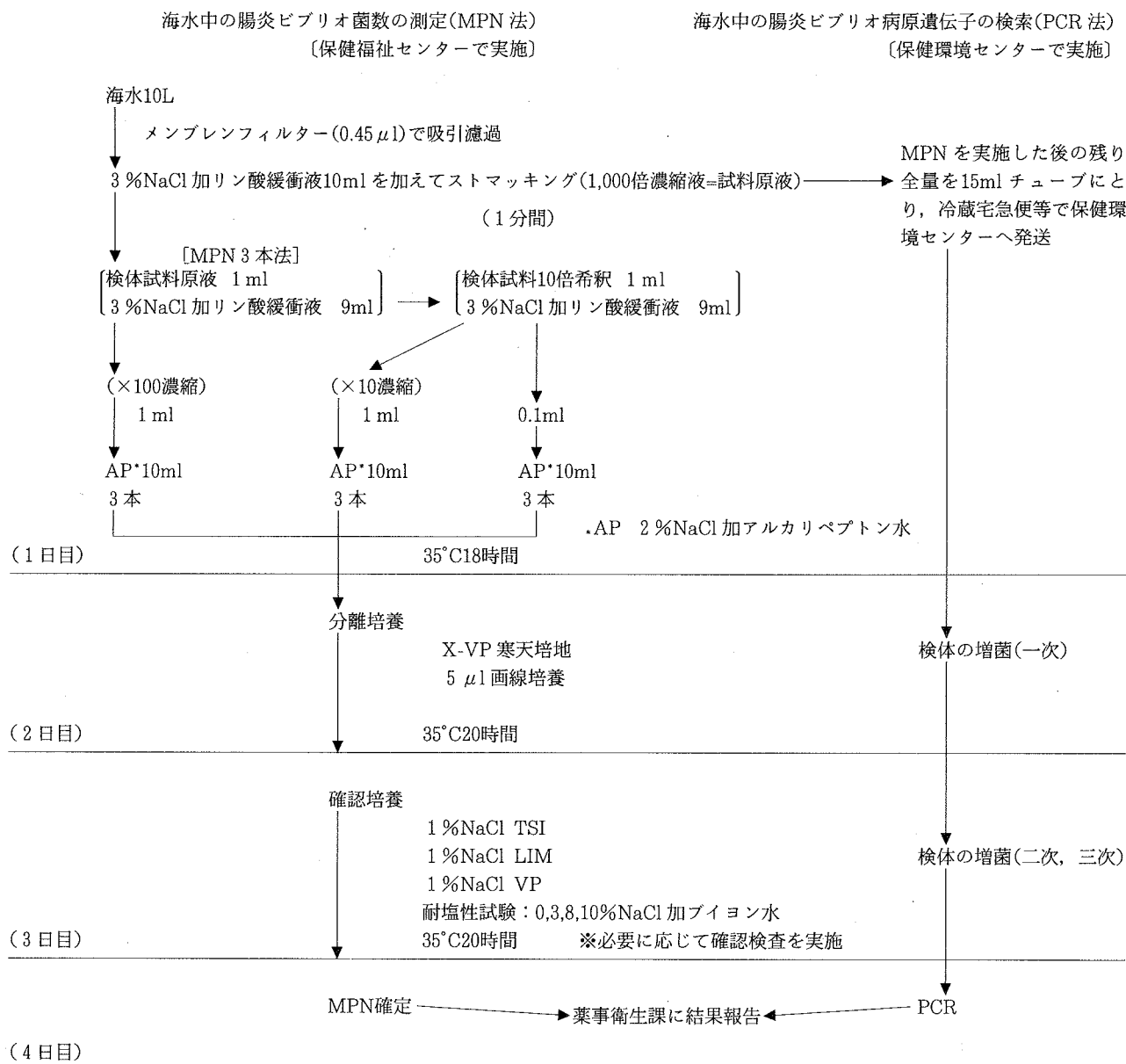


図 2 海水中腸炎ビブリオ挙動調査における検査行程 (略図)

プトン水3管法によるMPN法により計測した。また、分離培養はX-VP寒天(日水製薬)を使用した。一方、腸炎ビブリオ病原因子(TDH及びTRH産生遺伝子)の検出は、佐々木ら²⁾の検討した増菌方法及びPCR法により実施した。即ち、菌数測定に使用した残りの試料原液5mlを、1次増菌の2%NaCl加トリプトンブイオン(TSB)50mlに添加し、35°Cで6時間培養後4°Cで保存した。翌朝、1次培養液(TSB)の表層部1mlを2次増菌の食塩ポリミキシンブイオン(SPB)10mlに継代し、35°C、6時間培養後、2次培養液(SPB)の表層部1mlを3次増菌のSPB10mlに継代し、35°C、18時間培養した。3次培養液(SPB)の表層部1mlを7,000rpm、5分間遠心後、上清を除去し、PBS1mlを

加えて9,000rpm、5分間遠心し上清を除去した。沈渣に滅菌水100 μ lを加えて100°C、10分間加熱し12,000rpm、5分間遠心した上清をテンプレートとした。TDH遺伝子(*tdh*)検出プライマーは、丸山ら³⁾の報告した、VP-F1:5'-CGTCATTCTGGCAAAGTTAT-3', VP-R1:5'-TGATTTTACGAACACAGCAG-3'を用いた。また、TRH遺伝子(*trh*)検出用プライマーは西瀬ら⁴⁾の報告した、*trh*-1:5'-GGCTCAAAATGGTTAAGCG-3', *trh*-2:5'-CATTTCCGCTCTCATATGC-3'を用いた。PCR反応はすべて25 μ l系で実施し、プライマーは各0.25 μ l(100pmol/ μ l)、テンプレートDNAは2.5 μ l、反応液はTaKaRa製を使用した。また、増幅条件は、熱変性94°C、1分間、アニーリング55°C、1分間、伸

表 1 腸炎ビブリオ菌数と病原遺伝子検出状況

採水日	腸炎ビブリオ検査結果 (MPN/L)			tdh, trh 検出状況※		
	A 地点	B 地点	C 地点	A 地点	B 地点	C 地点
2006/ 7/ 3	210	1,100	1,100	—	—	—
2006/ 7/10	150	3.6	11,000	—	—	—
2006/ 7/18	11,000	3.6	4,300	—	trh	tdh
2006/ 7/24	46,000	1,100	930	trh	trh	tdh, trh
2006/ 7/31	2,400	1,200	11,000	tdh, trh	trh	trh
2006/ 8/ 7	9,300	2,400	1,500	—	trh	tdh
2006/ 8/14	4,300	2,400	4,600	—	trh	tdh, trh
2006/ 8/21	2,400	1,100	1,500	—	—	—
2006/ 8/28	2,400	240	9,300	—	—	—
2006/ 9/ 4	1,100	710	9,300	—	—	—
2006/ 9/11	430	1,500	24,000	—	—	tdh
2006/ 9/19	930	210	300	tdh	—	—
2006/ 9/25	91	1,100	430	—	—	—
2006/10/ 2	43	1,100	460	—	trh	trh

※ tdh: 耐熱性溶血毒産生遺伝子

trh: 耐熱性溶血毒類似毒産生遺伝子

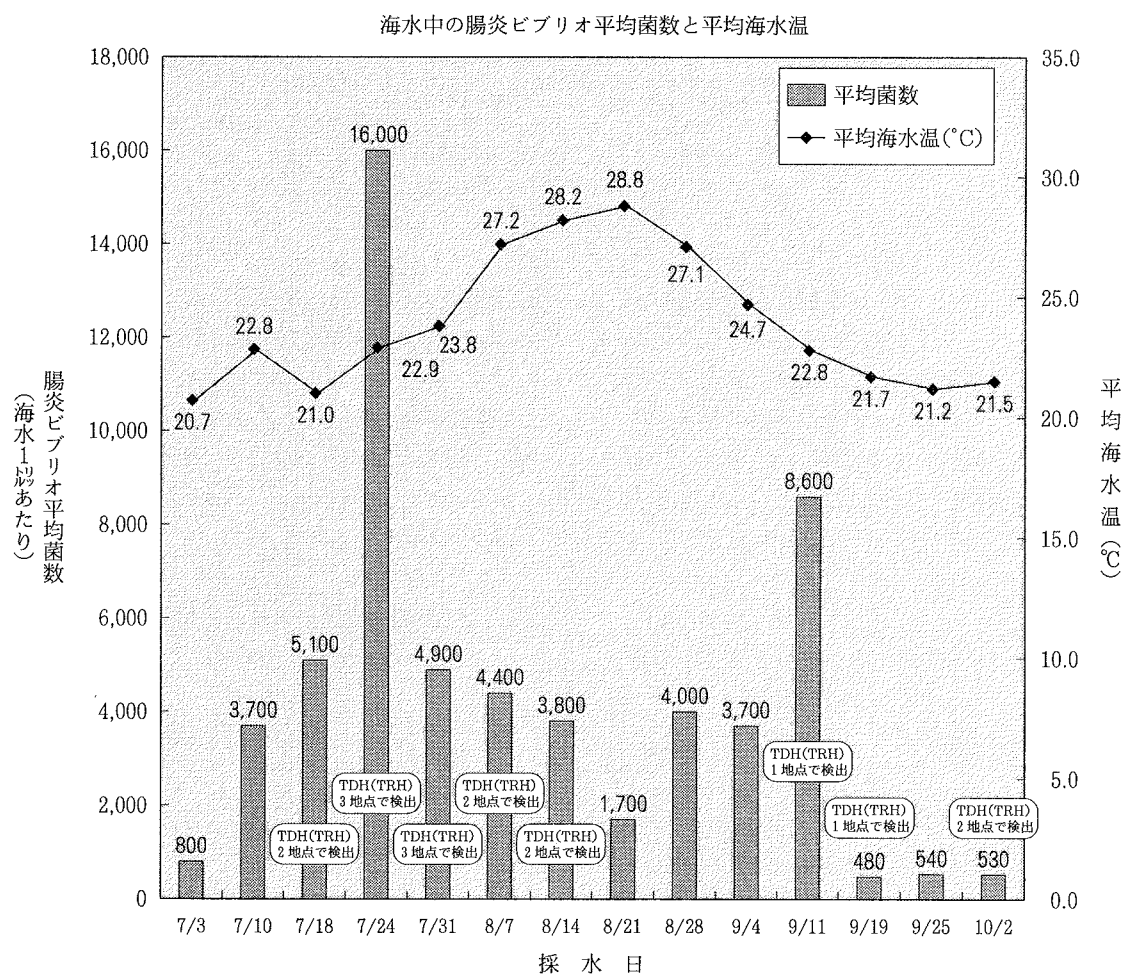


図 3 ホームページ掲載画面

長72°C, 1分間を35サイクルとした。泳動ゲルは, CertifiedTM PCR Agarose (BIO-RAD製)を使用し, 100V, 35分間電気泳動した後, エチジウムブロマイドで染色しPCR増幅産物を確認した。

腸炎ビブリオMPN法の検査結果及び*tdh*, *trh*検出状況を表1に示す。海水42検体のうち7検体から*tdh*が検出され, 12検体から*trh*が検出された。なお, そのうち3検体からは*tdh*, *trh*の両方が検出された。なお, 県ホームページには図3のように, 3保健福祉センターの腸炎ビブリオ平均菌数及び, 保健環境センターで測定した病原遺伝子*tdh*及び*trh*の検出地点数を示した。平均菌数は7月下旬に最高値を示し, それに伴い, 病原遺伝子は7月18日から8月14日まで継続して検出されたが, 県内において平成18年の腸炎ビブリオによる食中毒の発生はなかった。また地点によっては, 9月以降も, 菌数の多少にかかわらず, 病原遺伝子が検出された。このことから, 海水から分離された腸炎ビブリオの病原遺伝子保有状況と食中毒発生の危険性との関連性について

は, 今後さらにデータを蓄積して検討する必要があると考えられた。なお, 本調査は平成19年度も継続して実施することになっている。

文 献

- 1) 山田恵子, 児玉洋江, 倉本早苗, 戌亥一朗, 谷村睦美, 北村孝子, 本庄峰夫, 廣坂ますみ, 高岡菊江, 橋本喜代一, 山下千鶴子, 久堂妙子: 石川保環研報, 43, 121—124 (2006)
- 2) 佐々木寿子, 加藤美和子, 白幡祐子, 寺澤宏司, 不二崎順二: 新潟県保健環境科学研究所年報, 19, 63—69 (2004)
- 3) 丸山智子, 川瀬雅雄, 紫竹美和子, 大野祥子, 不二崎順二, 寺尾通徳: 新潟県保健環境科学研究所年報, 15, 78—82 (2000)
- 4) 西淵光昭, 竹田美文, 多田 淳, 大橋鉄雄, 西村直行, 尾崎博子, 福島 繁: 日本臨床1992年特別号, 50, 348—352 (1992)

〔短 報〕

ベトナムの土壌及び底質試料のダイオキシン類 分析結果について

石川県保健環境センター環境科学部

岡 秀 雄・宮川 茂樹・野口 邦雅
四月朔日富司子・塚 林 裕・矢田 峯子

キーワード：ダイオキシン類，ベトナム，枯葉剤，土壌，底質

ベトナム戦争時にアメリカ軍により散布された枯葉剤には不純物としてダイオキシン類が含まれ、散布地区では先天性異常児や流産などが多発したが、ダイオキシン類との因果関係の立証は不十分な状況にある。金沢大学大学院医学系研究科城戸教授らは「ベトナムにおけるダイオキシン類の異性体比率に基づく環境汚染源の探索に関する研究（厚生科学研究費）」として、ダイオキシン類の健康影響を明らかにするために生態・環境試料の測定・解析を行っており、その一環として平成18年度に石川県保健環境センターに、ベトナムの環境試料（土壌及び底質試料）の分析依頼があったので、その結果について述べる。

研究代表者らがベトナムにおいて採取した土壌および底質試料は植物検疫許可を得て、日本国内に搬入し冷凍保存されていた。必要量を保存試料から分取し、測定に供した。なお採取にあたっては、地図上に一辺100mのメッシュを作成し、それより無作為に5箇所を選定する。次に、各選定箇所を10mメッシュで再区分し、同様に5箇所を選び、各小区画の地表から30cmの深さまでの10サンプルを集めて1試料とした。

抽出は湿泥の状態で水分分離器付きソックスレー抽出装置により行い、以降の分析操作は環境省マニユア

表 1 ベトナム環境試料中のダイオキシン類測定結果

試料種別	採 取 位 置 (北緯：N, 東経：E)	含水率 (%)	強熱減量 (%)	ダイオキシン類濃度 (pg-TEQ/g)
<散布地区>Cam Chinh commune, Cam Lo district, Quang Tri Province				
Soil	N：16.74097 E：106.96739	13.1	13.2	2.3
Soil	N：16.73676 E：106.96643	25.0	13.0	3.7
Soil	N：16.74044 E：106.96128	23.9	13.1	3.6
Soil	N：16.73882 E：106.96295	17.5	13.3	1.1
Soil	N：16.73670 E：106.95435	17.9	14.8	4.6
Soil	N：16.73767 E：106.95281	16.6	12.5	0.46
Soil	N：16.70953 E：106.96405	5.3	4.5	1.1
		10.8	4.5	1.2
Sediment	N：16.70924 E：106.96413	23.1	2.0	0.035
Soil	N：16.70790 E：106.96514	11.1	4.8	1.1
Soil	N：16.71935 E：106.96241	1.7	2.5	0.081
Soil	N：16.71991 E：106.96189	11.5	2.6	0.19
Soil	N：16.73864 E：106.94780	7.6	12.1	1.5
Soil	N：16.73606 E：106.98531	10.8	11.5	11.
Soil	N：16.73152 E：106.98281	10.5	11.5	0.58
Soil	N：16.73976 E：106.97752	21.2	12.0	0.22
Soil	N：16.75214 E：106.98880	17.6	11.6	0.94
Soil	N：16.76196 E：106.97944	4.3	14.1	3.2
Sediment	N：16.44935 E：106.55852	34.9	40.8	1.7
Sediment	N：16.43988 E：106.58889	41.1	19.9	0.26
平均				1.9
<非散布地区>Cam Phuc commune, Cam Xuyen district, Ha Tinh Province				
Soil	N：18.26092 E：106.06389	12.7	2.5	0.050
Soil	N：18.25690 E：106.05063	1.2	4.7	0.18
Soil	N：18.25692 E：106.05063	1.4	3.8	0.067
Soil	N：18.25796 E：106.03749	9.1	3.6	0.18
Sediment	N：18.26092 E：106.04043	1.4	2.8	0.14
Soil	N：18.25491 E：106.05503	12.0	4.9	1.9
Soil	N：18.25390 E：106.05479	8.9	2.4	0.11
平均				0.38

ル¹⁾に準拠した。ダイオキシン類のうちポリ塩化ジベンゾ-パラ-ジオキシン (PCDDs) およびポリ塩化ジベンゾフラン (PCDFs) を定量し、別に求めた試料含水率により乾燥重量換算した。毒性等量 (TEQ) の算出にあたっては、定量下限値未満の異性体の実測濃度を 0「ゼロ」として扱った。

なお使用後の器材や抽出後の試料はオートクレーブで滅菌処理した。

試料と測定結果の一覧を表 1 に示す。Cam Chinh commune (20 試料), Cam Phuc commune (7 試料) はそれぞれ枯葉剤の散布地区、対照とした非散布地区である。散布地区はアメリカ軍の枯葉剤散布記録に基づいて旧南ベトナム北部に設定し、対照 (非散布) 地区は枯葉剤散布がなされなかった旧北ベトナム南部の地区である。散布地区におけるダイオキシン類濃度は 0.035~11pg-TEQ/g の範囲にあり平均は 1.9pg-TEQ/g であった。対照地区では 0.050~1.9pg-TEQ/g の範囲にあり平均は 0.38pg-TEQ/g であった。両地区の平均値に

ついて検定を行ったところ、散布地区のダイオキシン類濃度平均値は対照地区のそれよりも有意 ($P<0.005$) に高いが、現在の石川県内の土壤中濃度レベル²⁾と同等であった。

ベトナム及び石川県の土壤試料中 4 塩素化ジベンゾ-パラ-ジオキシン (TeCDDs) クロマトグラムの代表例を図 1 に示す。ベトナム土壤中では、最も毒性が強い 2, 3, 7, 8-TeCDD の比率が高く、石川県内土壤では 1, 3, 6, 8-TeCDD の比率が高い。ダイオキシン類濃度はほぼ同レベルであるものの異性体の分布は異なっていた。益永ら³⁾は、発生源によりダイオキシン類異性体分布が異

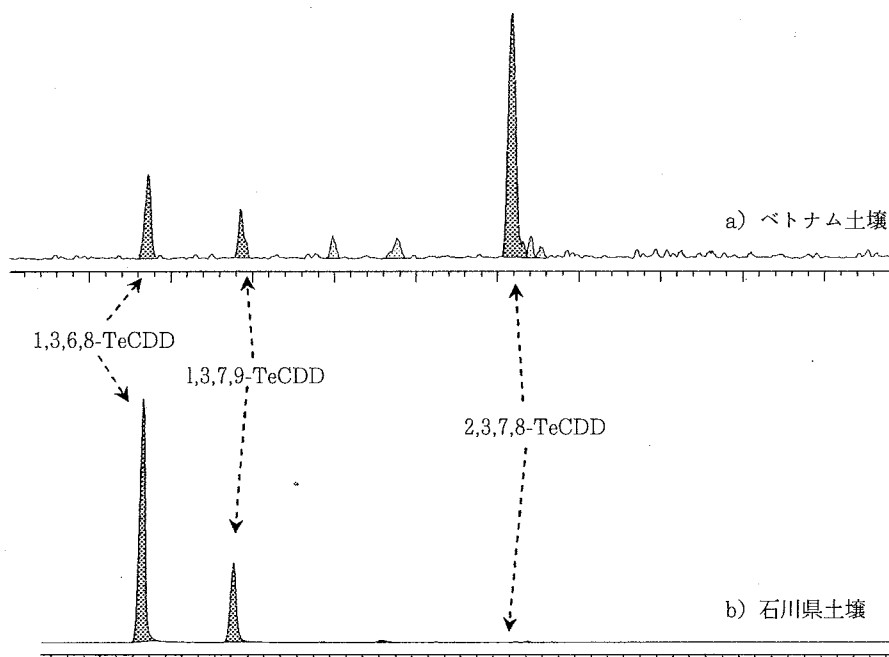


図 1 TeCDDs クロマトグラムの比較

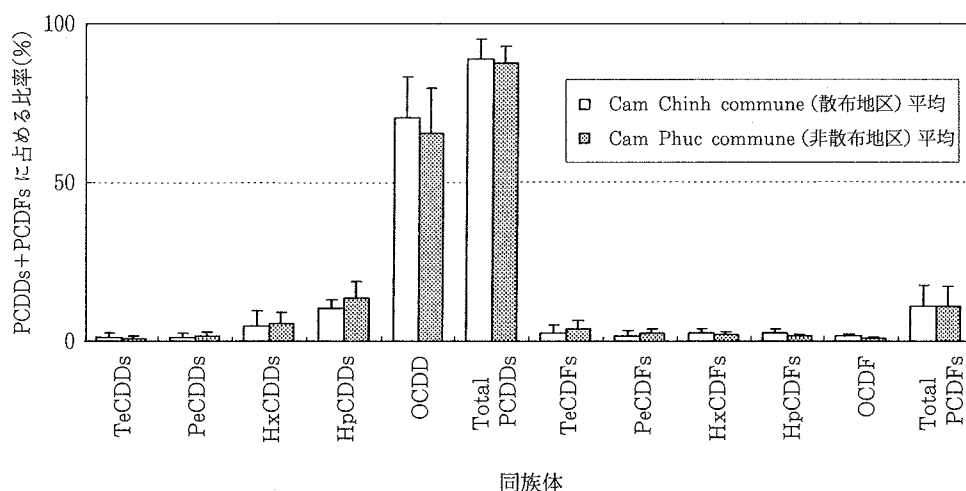


図 2 散布および非散布地区におけるダイオキシン類同族体分布

なることを報告している。図 2 に散布及び対照地区におけるダイオキシン類同族体分布の比較を示す。同族体の分布にベトナム両地区間の差はみられず、また石川県内土壤のダイオキシン類同族体分布²⁾とほぼ同じであった。次いで毒性等価係数 (TEF) が設定されている異性体を中心に、各異性体がそれぞれの同族体中に占める比率を図 3 に示す。図中で「*」を付した 2, 3, 7, 8-TeCDD を含む 7 つの異性体比率が両地区において有意 ($P<0.001$) に差があった。比較のために図 4 には日本におけるダイオキシン類異性体分布の例として、2006 年に採取された石川県内の土壤 (石川県保健環境センターによ

る測定結果)と過去に日本国内で使用されたクロロニトロフェン(CNP)とペンタクロロフェノール(PCP)中のダイオキシン類異性体分布^{4, 5, 6)}を示す。石川県土壌, CNPおよびPCPでは2, 3, 7, 8-TeCDDと1, 2, 3, 7, 8, 9-HxCDFの各同族体に占める比率はほぼ0「ゼロ」であるが, 枯葉剤散布地区の土壌ではこれら2異性体の比率が高い。このような異性体分布の違いは, ベトナムにおいて散布された枯葉剤中に不純物として含まれたダイオキシン類の異性体分布の特徴を反映していると推測される。

今回, ベトナムにおける環境試料分析の機会を与えて下さった金沢大学医学系研究科城戸教授ならびに関係者の方々に深謝いたします。

文 献

- 1) 環境省水質保全局 土壌農薬課: ダイオキシン類に係る土壌調査測定マニュアル(平成12年1月)
- 2) 新川晶子, 岡 秀雄, 柿本 均, 久堂寛久: 石川保環研報, **42**, 92—96 (2005)
- 3) MASUNAGA Shigeki, YAO Yuan, OGURA Isamu and SAKURAI Takeo: Proceedings of The 4th Inter-national Workshop on Risk Evaluation and Management of Chemicals, Yokohama, 39—55 (2001)
- 4) SAKIYAMA Takanori, FUKUSHIMA Minoru and NAKANO Takeshi: *Organohalogen Compounds*, **50**, 103—106 (2001)
- 5) MASUNAGA Shigeki, TAKASUGA Takumi and NAKANISHI Junko.: *Chemosphere*, **44**, 873—885 (2001)
- 6) 清家伸康, 大谷 卓, 上路雅子, 高菅卓三, 都築伸幸: 環境化学, **13**(1), 117—131 (2003)

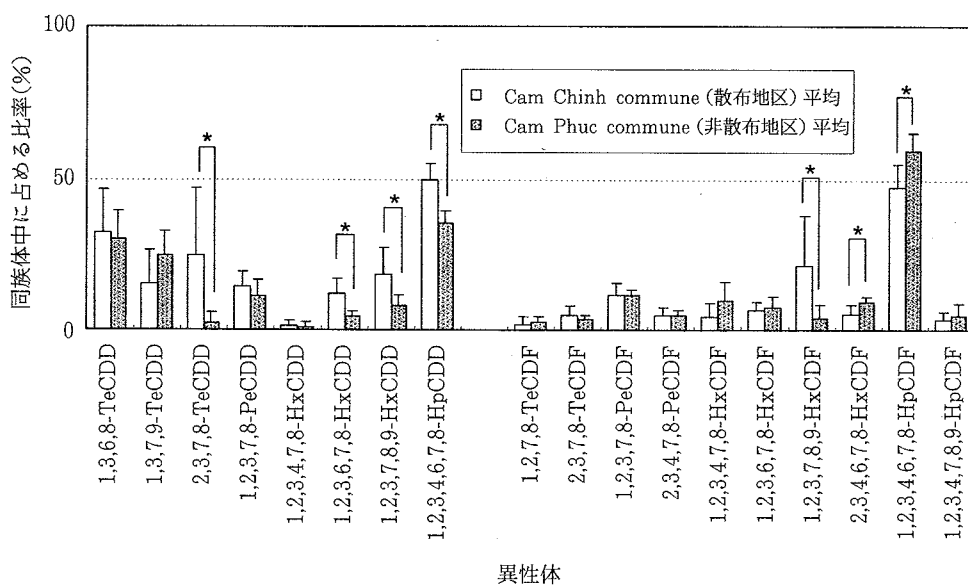


図 3 散布および非散布地区におけるダイオキシン類異性体分布

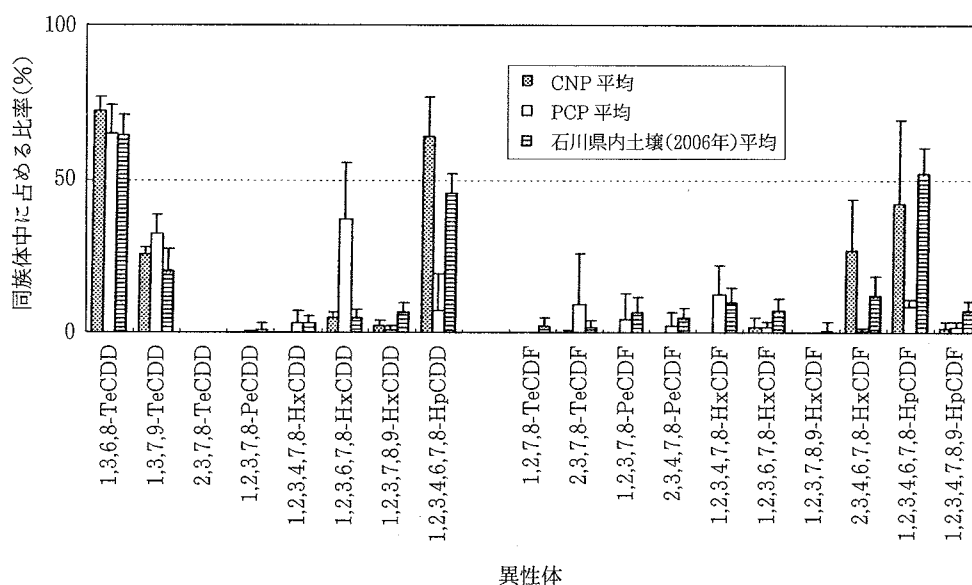


図 4 日本におけるダイオキシン類異性体分布の例

〔抄 録〕

Food Poisoning Attributable to *Staphylococcus aureus* Deficient in All of the Staphylococcal Enterotoxin Gene So Far Reported

Sanae Kuramoto*, Hiroe Kodama, Keiko Yamada, Itirou Inui, Emiko Kitagawa¹, Keiko Kawakami¹, Ryouji Satomi¹, Akemi Ikawa¹, Katsuhiko Omoe² and Kunihiro Shinagawa²

Ishikawa Prefectural Institute of Public Health and Environmental Science

¹Ishikawa Prefectural Minamikaga Health Center, Ishikawa

²Department of Veterinary Medicine, Iwate University, Iwate

Key words : Food Poisoning Attributable, *Staphylococcus aureus*, Staphylococcal Enterotoxin

JAPANESE JOURNAL of INFECTIOUS DISEASES, 59(5), 347 (2006)

There was an outbreak of food poisoning in a hotel under the jurisdiction of Minamikaga health center, Ishikawa Prefecture. The health center conducted bacteriological investigation. *Staphylococcus aureus* was isolated from the patient's vomit, three conserved food specimens, the finger swab and the refrigerator handle swab. A similar investigation on the patient's stool specimens could not be done as they were all residents of other prefectures. We conducted coagulase typing and detection of SE genes on twelve isolates including those from the patient's

vomit and the sashimi. With an exception of the finger swab isolate, all other isolates were coagulase type V, and were negative for SEA to SEE. All the examined coagulase V isolates showed an identical pattern in the PFGE, which suggested that the same bacteria caused the food poisoning. The isolates were submitted to the multiplex PCR that detects 17 different SE genes and to search for TSST-1 gene. All the tests turned negative. A possibility remains that the bacteria produced a SE (s) other than SEA to SEIR, i.e., a new type of SE, and it is under investigation.

〔抄 録〕

健康者由来志賀毒素産生性大腸菌における 病原性関連遺伝子の保有状況

石川県保健環境センター健康・食品安全科学部

倉本 早苗・児玉 洋江
山田 恵子・芹川 俊彦

キーワード：Shiga Toxin-producing *Escherichia coli* (STEC), pathogenesis-related factor genes, *eaeA* gene, pathogenicity, serotypes

北陸公衆衛生学会誌, 33(2), 70—75, (2007)

志賀毒素産生性大腸菌 (STEC) のヒトに対する病原性を明らかにすることを目的に、患者由来162株と健康者由来102株について病原性関連遺伝子 (*eaeA*, *bfpA*, *aggR*, *saa*, *astA*) の保有状況を PCR 法により検討した。患者由来株の血清型は、O157, O26など12種類であったのに対し、健康者由来株の血清型はO91, O26など22種類に及んだ。病原性関連遺伝子の保有状況については、*eaeA*, *saa* および *astA* の保有率が患者由来株で

はそれぞれ98.8%, 0.6%, 7.4%であったのに対し、健康者由来株ではそれぞれ28.4%, 13.7%, 4.9%であった (表1, 表2)。なお、*bfpA* および *aggR* はいずれからも検出されなかった。患者由来株における *eaeA* 保有率は健康者由来株よりも有意に高かった ($p<0.01$)。以上の結果から、*eaeA* 遺伝子の保有が STEC の病原性に関する有用な指標になることが示唆された。

表 1 患者由来株の病原性関連遺伝子保有状況

O群血清型	被検株数	保 有 遺 伝 子 パ タ ー ン					陰 性
		<i>astA</i>	<i>eaeA</i> <i>astA</i>	<i>eaeA</i>	<i>saa</i>	計	
O 1	1				1	1	
O 26	25		9	16		25	
O103	6			6		6	
O111	1			1		1	
O118	1			1		1	
O119	2			2		2	
O121	3			3		3	
O157	119		3	116		119	
O168	1			1		1	
O169	1			1		1	
OUT	1			1		1	
O R	1						1
計	162		12 (7.4%)	148 (91.4%)	1 (0.6%)	161 (99.4%)	1 (0.6%)

Distribution of pathogenesis-related factor genes in Shiga Toxin-producing *Escherichia coli* isolated from the healthy persons.

表 2 健康者由来株の病原性関連遺伝子保有状況

O群血清型	被検株数	保 有 遺 伝 子 パ タ ー ン					陰 性
		<i>astA</i>	<i>eaeA</i> <i>astA</i>	<i>eaeA</i>	<i>saa</i>	計	
O 8	1				1	1	
O 17	1						1
O 18	1						1
O 26	8		4	4		8	
O 36	1				1	1	
O 55	1						1
O 63	1						1
O 74	1			1		1	
O 84	1			1		1	
O 91	47			1	8	9	38
O103	7			6		6	1
O119	1			1		1	
O128	6	1				1	5
O144	2			1		1	1
O146	1						1
O157	6			6		6	
O159	1				1	1	
O160	1				1	1	
O161	2			2		2	
O167	1				1	1	
OUT	6			2	1	3	3
O R	5						5
計	102	1 (1.0%)	4 (3.9%)	25 (24.5%)	14 (13.7%)	44 (43.1%)	58 (56.9%)

[抄 録]

Homologue and isomer distribution of dioxins observed in water samples collected from Kahokugata Lagoon and inflowing rivers, Japan

Hitoshi Kakimoto^a, Hideo Oka^{a,b}, Yoshiaki Miyata^a, Yumiko Yonezawa^a, Akiko Niikawa^a, Hirohisa Kyudo^a, Ning Tang^b, Akira Toriba^b, Ryoichi Kizu^b, Kazuichi Hayakawa^b

^aIshikawa Prefectural Institute of Public Health and Environmental Science, 1-11 Taiyogaoka, Kanazawa 920-1154, Japan

^bGraduate School of Natural Science and Technology, Kanazawa University, Kakuma-machi, Kanazawa 920-1192, Japan

Water Research, 40(10), 1929-1940 (2006)

Water samples were collected at 17 sites in Kahokugata Water Basin, a closed water basin in central Japan. We determined the concentration of dioxins of the water samples. Linear relationships between toxic equivalent (TEQ) concentrations of dioxin and concentrations of suspended solid (SS) were obtained at sites in Kahokugata Lagoon and in the rivers flowing into the lagoon. Homologue composition of polychlorinated dibenzo-*p*-dioxins (PCDDs) and dibenzofurans (PCDFs) indicated that all the water samples were still strongly influenced by chlorinated herbicides, such as chloronitrofen (CNP) and pentachlorophenol (PCP) that had been widely used in rice fields.

The main isomer distributions of the PCDD homologues were not significantly different among the sampling sites, while the main isomer

distributions of the PCDF homologues were considerably different among the sampling sites. At a few sampling points in the downstream part of one of the rivers, high concentrations of 1,3,6,7,8-pentachloro dibenzofuran (1,3,6,7,8-PeCDF) and its related isomers (1,3,6,8-chlorine-substituted PCDFs) were traced to a dye manufacturing plant.

These non-toxic isomers are usually only minor constituents in environmental water samples and are not indicators of any known dioxin sources. The dyeing discharge was found to make a contribution only in the water samples collected near the plant and the seasonal variation of the contribution might depend on the flow rate of the river.

© 2006 Elsevier Ltd. All rights reserved.

[抄 録]

Atmospheric Deposition of Polychlorinated Dibenzo-p-dioxins (PCDDs) and Polychlorinated Dibenzofurans (PCDFs) in Kanazawa, Japan.

Hideo Oka ^{a,b,*}, Hitoshi Kakimoto ^a, Yoshiaki Miyata ^a, Yumiko Yonezawa ^a, Akiko Niikawa ^a, Hirohisa Kyudoh ^a, Ryoichi Kizu ^{b,1} and Kazuichi Hayakawa ^b

^a Ishikawa Prefectural Institute of Public Health and Environmental Science, Taiyogaoka 1—11, Kanazawa 920—1154, Japan

^b Graduate School of Natural Science and Technology, Kanazawa University, Kakuma-machi, Kanazawa 920—1192, Japan

¹ Present address; Faculty of Pharmaceutical Sciences, Doshisha Women's College of Liberal Arts, Kodo, Kyotanabe 610—0395, Japan

Key words : atmospheric deposition flux, washout ratio, homologue profile, meteorological factor, polychlorinated dibenzo-p-dioxin, polychlorinated dibenzofuran.

Journal of Health Science, 52(3), 300—307, (2006)

The deposition processes of polychlorinated dibenzo-p-dioxins (PCDDs) and polychlorinated dibenzofurans (PCDFs) in Kanazawa, Japan were studied by examination of the concentrations of PCDDs and PCDFs (PCDD/DFs) and their tetra- to octa-chlorinated homologues in the rain. The weighted mean deposition flux was 360 pg/m²/day (7.7 pg-TEQ/m²/day). Deposition fluxes obtained in this study were lower than the average value of Japan, suggesting that Kanazawa is a less polluted area. The seasons with the highest and next highest deposition fluxes were winter and spring, respectively, possibly due to the presence of an inversion layer in winter and spring that reduced the atmospheric dilution of pollutants. In addition, the ratio of PCDFs to total deposition flux in winter was larger than the ratios in the other seasons, possibly due to the burning of fossil

fuels for residential heating. Deposition flux of each tetra- to octa-chlorinated homologue of PCDD/DFs was negatively correlated with surface temperature. Other meteorological parameters were positively correlated with almost all tetra- to octa-chlorinated homologues, except for heptachloro dibenzo-p-dioxins (HpCDDs) and octachloro dibenzo-p-dioxin (OCDD), possibly as a result of the photochemical reaction of pentachlorophenol (PCP), which produced mainly OCDD and traces of HpCDDs. In ambient air, the two most dominant homologues were tetrachloro dibenzo-p-dioxins (TeCDDs) and OCDD, while, in soil, the two most dominant homologues were OCDD and TeCDDs. The washout ratios increased with the increase in chlorine substitution. Thus, the difference in washout ratios between homologues might be one of the reasons for the difference of the homologue profile between the air and soil.

〔抄 録〕

石川県能登地域における大気中オゾンの動態に関する研究

石川県保健環境センター環境科学部 太田 聡*・横江 斉*・藤澤 明子
湯浅 道世・北村 守次
(* 現・石川県環境安全部廃棄物対策課)

キーワード：光化学オキシダント，オゾン，標高別測定，大気安定度，後方流跡線

全国環境研会誌，31(4)，213—219 (2006)

日本海沿岸地域では，春から夏の晴天時で日射量が多い時に，光化学オキシダントが高濃度で観測される。石川県においても平成14年5月22日と平成16年6月5日に，いずれも能登半島の七尾地域で緊急時における「注意報」に準ずる「光化学スモッグ予報」が発令された。しかし，能登地域は，県内の常時監視測定結果からも大気の清浄な地域であり，予報発令時にもオゾン (O_3) 濃度以外の汚染物質濃度は高濃度ではなかった。このことから，能登地域における春から夏の O_3 濃度の上昇がこれまで考えられてきた大気汚染物質による二次生成のみに由来するとは考えにくい。

北陸地方の春季における O_3 高濃度発生機構の一つとして，加藤らが成層圏 O_3 の沈降を指摘していることもあり，今回，石川県の北部，能登地域における O_3 の挙動を探るため， O_3 濃度と高度との関係について調査検討を行った。

1 調査方法

汚染物質である硝酸 (HNO_3)，二酸化硫黄 (SO_2) および O_3 の標高別濃度変化を調査するため，大気中の乾性沈着の簡易測定として全国環境研協議会東海・近畿・北陸支部で検討されてきたN式パッシブサンプラーを用いた。測定は，標高別の O_3 濃度を調べるために能登最高峰の宝達山 (標高637m) で4か所，能登中部地域で石動山 (標高565m) 山頂付近 (標高450m) の1か所と麓にある鹿島大気測定局 (標高74m) の6か所で行った。測定期間は， O_3 が高濃度になりやすい2003年5月から7月までの8週間とし，1週間ごとにろ紙を交換した。また，移動測定車を石動山山頂付近に設置して，麓に

ある鹿島局の大気汚染物質濃度と比較した。測定は2004年5月14日から6月4日までの3週間行った。移動測定車および鹿島局の測定項目は SO_2 ， NO ， NO_2 ， O_3 および浮遊粒子状物質とした。

さらに，石動山を取り巻く大気がどのような気塊移流による影響を受けているかを調べるために，石動山での測定期間の後方流跡線解析を，国立環境研究所地球環境研究センターが公開している METEX を用いて行った。

2 結果と考察

能登地域におけるパッシブ測定からは標高により大気汚染物質濃度に違いがあり， SO_2 と HNO_3 は平地から麓にかけて濃度が上がり，それ以上標高が高くなると濃度が下がっていた。しかし， O_3 は麓より高くなっても濃度が上がり，山頂付近がもっとも濃度が高くなる場合があった。

鹿島局と石動山山頂の大気汚染物質の1時間値濃度比較からは，日中は同様の挙動をする濃度が夜間に鹿島局の濃度だけが下がる日変動が SO_2 ， O_3 で見られた。この日変動は，付近の煙突に高度差をつけて設置された温度計から求めた大気の安定化と関係が見られた。

後方流跡線解析の結果からは，能登地域の O_3 が高濃度になる際の気塊の移流が定まったコースをとることは確認できなかったが，石動山測定期間中の高濃度時に大陸上では対流圏の中ほどの高さにあった気塊が日本上空付近で降下してくる現象が見られた。

今後，後方流跡線解析の解析期間および解析開始地点を増やして解析を行い，能登地域の O_3 濃度に影響のある気塊の移流パターンを検討する必要がある。

Key words : photochemical oxidant, ozone, measurements according to altitude, atmospheric stability, backward trajectory