

## 3・2 資料

### 1) 日本脳炎調査 (2015 年)

大迫 英夫 吉岡 健太\*<sup>1</sup> 橋本 慎太郎  
戸田 純子 原田 誠也 西村 浩一\*<sup>2</sup>

#### はじめに

日本脳炎 (以下「JE」という。)は、JE ウイルス (以下「JEV」という。)を保有する蚊 (主にコガタアカイエカ) の刺咬によりヒトに感染して起こる急性髄膜脳炎である。

1950-60 年代は、全国で年間 1,000 人を超える患者が発生していたが、1970 年代以降、患者数は激減し、1992 年以降になるとさらに患者数は減少して一桁台で推移するようになってきた<sup>1-3)</sup>。熊本県内でも 2007 年以降、年間一人又は二人の患者発生となっている。JE は発症すると致死が 20~40%程度と高く、回復後も後遺症が残る場合が多く、ワクチンの積極的接種が推奨されている。

本研究所では、厚生労働省の感染症流行予測事業の一環として、JEV のヒトにおける感受性調査と肥育ブタの感染源調査を実施したので調査結果を報告する。

#### 調査方法

##### 1 ブタ血清の赤血球凝集抑制 (HI) 抗体及び 2-メルカプトエタノール (2ME) 感受性抗体調査

2015 年 7 月 22 日から 2015 年 9 月 7 日までの間に、県内の養豚場から株式会社熊本畜産流通センター (菊池市七城町) に搬入された肥育豚 (原則として飼育業者別に 5 検体ずつ) の放血血液を 1 週間毎に 15 検体計 120 検体採取した。採取した血液は、血清を分離後、常法<sup>4)</sup>により HI 抗体価と新鮮感染の指標である 2ME 感受性抗体価を測定した。

##### 2 ブタ血清中の JEV 遺伝子検出及び分離

ブタ血清は HI 抗体価測定に用いた血清をそのまま検体とし、それぞれ Real time PCR 法<sup>5)</sup>で JEV 遺伝子を検出した。ウイルス分離は Real time PCR 検査で陽性となった検体を Vero9013 細胞に接種し、3 代まで継代培養して細胞変性効果 (CPE) の出現を観察した。CPE が観察された細胞上清から RNA を抽出して、Real time PCR 法で JEV 遺伝子を確認した。

##### 3 ヒトの中和抗体調査

2015 年 8 月から 10 月にかけて年齢群別に採取したヒト血清 201 検体について、ペルオキシダーゼ抗ペルオキシダーゼ (PAP) 法<sup>6,7)</sup>により中和抗体価を測定した。なお、中和抗体価測定用の抗原は Beijing1 株を使用した。

#### 結果

##### 1 ブタ血清の赤血球凝集抑制 (HI) 抗体及び 2-メルカプトエタノール (2ME) 感受性抗体調査

飼育地別のブタ血清中の HI 抗体保有状況及び JEV 遺伝子検出状況を表 1 に示した。本年度最も早く HI 抗体が確認されたのは、8 月 10 日採血分のブタで、その後 HI 抗体陽性率は、9 月 7 日には最大 90%となった。

次に、HI 抗体価及び 2ME 感受性抗体保有率を表 2 に示した。2ME 感受性抗体は 8 月 10 日に初めて確認され、8 月 24 日には 2ME 感受性抗体数は 5 検体となったが、その後減少した。

##### 2 ブタ血清中の JEV 遺伝子検出及び分離

ブタ血清中の JEV 遺伝子は、8 月 10 日に採取した検体から最初に検出された。その後 9 月にかけて 5 農場のブタから採取した 14 検体から JEV 遺伝子が検出された。JEV は、表 1 中の網掛けで示した熊本市の 2 農場から 5 株分離され、その JEV の遺伝子型は I 型であった。

##### 3 ヒトの中和抗体調査

ヒトは 10 倍以上の JEV 中和抗体価があれば自然感染を阻止できるといわれている。2014 年度に PAP 法で測定したヒトの年齢階級別中和抗体価及び保有率を表 3 に、抗体保有状況を図 1 に示した。中和抗体保有率は 15-19 歳で 91%と高い値を示し、それ以降は 20 歳代で 76%、50 歳代で 26%、60 歳代以上では 49%となった。

\*1 現熊本県健康福祉部健康危機管理課 \*2 現熊本県環境生活部環境保全課

表 1 飼育地別ブタの HI 抗体保有状況及び JEV 遺伝子検出状況

採血月	熊本市	菊池市	鹿本町	大津町	その他	HI 抗体保有率
2015 年 7 月 22, 27 日	0/15		0/10		0/5	0%
2015 年 8 月 4 日		0/10		0/5		0%
2015 年 8 月 10 日	3/5 (3)		1/5 (2)	1/5		33%
2015 年 8 月 17 日	4/5 (1)	0/5		0/5		26%
2015 年 8 月 24 日		1/5 (1)	5/5 (2)		0/5	40%
2015 年 9 月 2 日		3/10 (4)		0/5		20%
2015 年 9 月 7 日		4/10 (1)	5/5			60%

HI 抗体陽性数/検査頭数 ( ) 内は JEV 遺伝子検出数 ■ : JEV が分離されたロット

表 2 ブタの HI 抗体価及び 2ME 感受性抗体保有率

採取月日	検査頭数	HI 抗体価							2ME 感受性抗体陽性数	
		<10	10	20	40	80	160	320		≥ 640
2015 年 7 月 22, 27 日	30	30								0
2015 年 8 月 4 日	15	15								0
2015 年 8 月 10 日	15	12			1			1	1	3
2015 年 8 月 17 日	15	11				2	1	1	0	2
2015 年 8 月 24 日	15	9		1		1	1	2	1	5
2015 年 9 月 2 日	15	7	1	1		2	1	1	2	4
2015 年 9 月 7 日	15	7			1	3	1	2	1	2

表 3 ヒトの年齢階級別中和抗体価及び保有率

年齢区分 (歳)	検査数	中和抗体価							中和抗体 保有率
		<10	10	20	40	80	160	320≧	
0-4	22	13	2	0	1	1	2	3	41%
5-9	21	2	2	5	1	2	5	4	83%
10-14	23	3	2	1	4	5	2	6	87%
15-19	22	2	5	1	5	2	4	3	91%
20-29	21	5	3	1	5	5	0	2	76%
30-39	24	8	8	4	0	2	0	2	67%
40-49	22	12	8	1	1	0	0	0	46%
50-59	23	17	5	0	1	0	0	0	26%
60≧	23	12	10	1	0	0	0	0	49%
計	201	74	45	14	18	17	13	20	63%

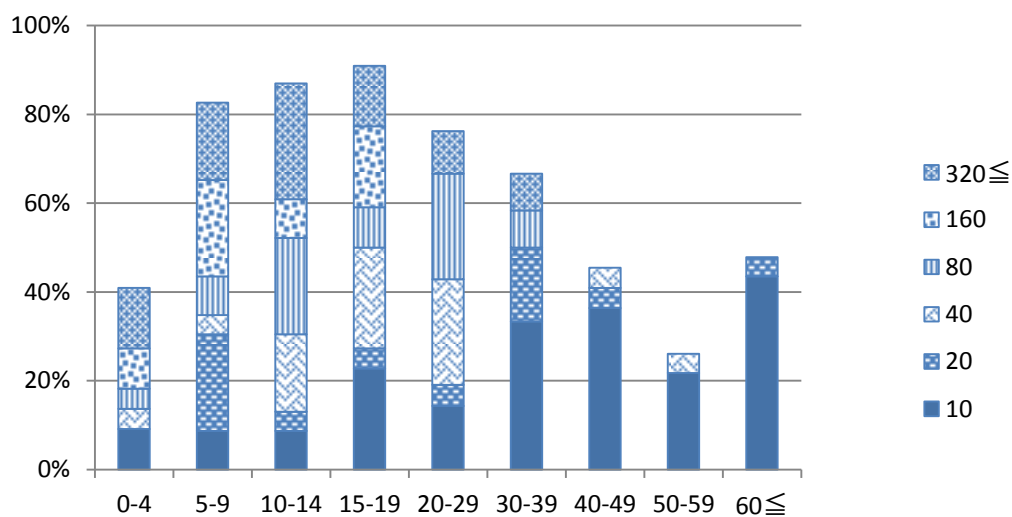


図 1 ヒトの年齢階級別抗体保有状況

## 考察

ブタ血清中から HI 抗体が最初に確認されたのは 8 月 10 日であった。また、8 月 10 日には 2ME 感受性抗体も確認された。このことから、県内で実際に JEV が活動を開始したのはこの時期ぐらいからと推定され、昨年（8 月 4 日）とほぼ同じであった。

一方、ヒトの JEV 抗体保有率は、2005 年 5 月からの JE 予防接種の積極的勧奨差し控え勧告以後、0～4 歳児の中和抗体保有率は、2006 年は 64%であったが、2007 年及び 2008 年にはそれぞれ 4%及び 9%と著しく減少した<sup>8),9)</sup>。この原因として、JE 予防接種の積極的勧奨が差し控えられ、ワクチン接種者の減少が推察された。しかし、2009 年から「乾燥細胞培養日本脳炎ワクチン」の接種が可能となり、さらに、2010 年 4 月から JE 予防接種(第 1 期)の積極的勧奨が再開されたことから、0～4 歳児で 2009 年は 29%、2010 年は 23%と増加した<sup>10),11)</sup>。2015 年は 41%で、2014 年の 30%<sup>12)</sup>と比較すると高く、また、2015 年の 5-9 歳の抗体保有率も、2014 年と同じ 83%であったことから<sup>12)</sup>、幼児については、積極的勧奨再開の効果がでてきているものと考えられた。一方高齢者では、2014 年と比較すると、50 歳以上の抗体保有率が 52%から 21%、60 歳以上が 68%から 48%と減少した。今後の抗体保有率の推移を見守る必要はあるが、近年は若齢者よりも高齢者の JEV 患者が多いことから、高齢者へのワクチン接種を中心とした JE 発生防止対策も必要であると考えられる。

## 文献

- 1) 国立感染症研究所感染症情報センター：病原微生物検出情報，30，147-148（2009）
- 2) 国立感染症研究所感染症情報センター：病原微生物検出情報，24，149-150（2003）。
- 3) 国立感染症研究所感染症情報センター：病原微生物検出情報，20，185-186（1999）。
- 4) 厚生労働省：感染症流行予測調査事業検査術式（2002）。
- 5) 高崎智彦：厚生労働科学研究費補助金（新興・再興感染症研究事業）平成 20 年度分担研究報告書，81-84（2009）。
- 6) Y.Okuno, T.Fukunaga, M. Tadano, Y. Okamoto, T. Ohnishi and M. Takagi: *Arch. Virol.* 86, 129 (1985) ..
- 7) 国立感染症研究所：PAP 法を応用したフォーカス計数法による日本脳炎中和抗体価測定法 [第六

版] 。

- 8) 原田誠也，松尾繁，中島龍一：熊本県保健環境科学研究所報，37, 82（2007）。
- 9) 西村浩一，原田誠也：熊本県保健環境科学研究所報，38, 58（2008）。
- 10) 清田直子，西村浩一，原田誠也：熊本県保健環境科学研究所報，39, 64（2009）。
- 11) 西村浩一，清田直子，原田誠也：熊本県保健環境科学研究所報，40, 42（2010）。
- 12) 大迫英夫，吉岡健太，原田誠也：熊本県保健環境科学研究所報，44, 86（2014）。

## 2) 感染症発生動向調査に伴う病原体検査 (平成 27 年度)

橋本慎太郎, 吉岡健太\*1, 西村浩一\*2

### はじめに

熊本県感染症発生動向調査事業に基づき、平成 27 年度に検査依頼のあった検体について病原体検査を実施した結果を取りまとめたので報告する。

### 調査方法

#### 1 検査材料

県内の病原体定点等で採取された咽頭ぬぐい液 (鼻咽腔ぬぐい液及び鼻汁を含む)、便、結膜ぬぐい液 (眼脂を含む)、髄液、尿及び喀痰等を検体とした。各種検体の受付数は表 1 に示した。搬入された検体は、検査に供するまで 4℃または-80℃で保存した。

#### 2 検査方法

既報<sup>1),2)</sup>及び病原体検出マニュアル<sup>3)</sup>等に準じ、PCR 法、マイクロプレートによる細胞培養法で検査を実施した。分離ウイルスの同定は中和法、PCR 法、シーケンス法を用いた。

### 結果

平成 27 年度は、病原体定点である 15 医療機関から臨床検体 848 件、その他 8 医療機関から 41 件、合計 889 件の検査依頼があり、543 件から病原微生物が分離、あるいは遺伝子が検出された。疾患別病原体検出数を表 2 に示す。

#### 1 呼吸器系ウイルス (エンテロ、アデノウイルス以外)

インフルエンザウイルスは、インフルエンザ、インフルエンザ様疾患と診断された患者検体のうち、60 検体から分離、あるいは遺伝子が検出された。内訳は、A H1pdm 型が 39 件、A H3 型が 1 件、B Victoria 系統が 3 件、B Yamagata 系統が 17 件であった。

その他の呼吸器系ウイルスは、インフルエンザ、インフルエンザ様疾患、RS ウイルス感染症、上気道炎、下気道炎と診断された患者検体のうち、混合感染を含め 124 検体から分離、あるいは遺伝子が検出された。その内訳は、ヒトライノウイルスが 72 件、RS ウイルスが 31 件、ヒトメタニューモウイルスが 11 件、パラインフルエンザウイルス 1 型が 7 件、パラインフルエ

ンザウイルス 3 型が 2 件、パラインフルエンザウイルス 4 型が 2 件、ヒトコロナウイルス 229E 型が 1 件、ヒトコロナウイルス HKU1 型が 1 件、ヒトコロナウイルス OC43 型が 3 件、ヒトボカウイルスが 4 件であった。

また、この項にこれまで挙げた疾患以外からも呼吸器系ウイルスが検出され、その内訳は、ヒトライノウイルスが 42 件、RS ウイルスが 13 件、ヒトメタニューモウイルスが 1 件、パラインフルエンザウイルス 1 型が 1 件、パラインフルエンザウイルス 3 型が 1 件、ヒトコロナウイルス OC43 型が 2 件、ヒトコロナウイルス HKU1 型が 3 件、ヒトボカウイルスが 3 件であった。

#### 2 エンテロウイルス

エンテロウイルスは、ヘルパンギーナ、手足口病、発疹症、突発性発疹、無菌性髄膜炎と診断された患者検体のうち、混合感染を含め 127 検体から分離、あるいは遺伝子が検出された。その内訳は、コクサッキーウイルス A 群 2 型が 7 件、6 型が 14 件、9 型が 11 件、10 型が 7 件、16 型が 37 件、コクサッキーウイルス B 群 1 型が 1 件、エコーウイルス 3 型が 1 件、7 型が 1 件、16 型が 1 件、18 型が 16 件、エコーウイルス 25 型が 2 件、型別不明 (NT) が 29 件であった。また、この項にこれまで挙げた疾患以外からもエンテロウイルスが検出され、その内訳は、コクサッキーウイルス A 群 9 型が 2 件、16 型が 2 件、エコーウイルス 3 型が 1 件、18 型が 3 件、25 型が 1 件、型別不明 (NT) が 5 件であった。

疾患別で、主なものとしてヘルパンギーナからコクサッキーウイルス A 群 2 型が 7 件、6 型が 2 件、10 型が 6 件、16 型が 13 件、手足口病からコクサッキーウイルス A 群 6 型が 9 件、10 型が 1 件、16 型が 24 件、エコーウイルス 3 型が 1 件、型別不明 (NT) が 12 件、無菌性髄膜炎からコクサッキーウイルス A 群 9 型が 4 件、コクサッキーウイルス B 群 1 型が 1 件、エコーウイルス 7 型が 1 件、16 型が 1 件、18 型が 6 件、25 型が 1 件、型別不明 (NT) が 4 件分離、あるいは遺伝子が検出された。

\*1 現熊本県健康福祉部健康危機管理課 \*2 現熊本県環境生活部環境保全課

### 3 下痢症ウイルス（エンテロ，アデノ，ボカウイルス以外）

感染性胃腸炎と診断された患者検体のうち，混合感染を含め 43 検体から分離，あるいは遺伝子が検出された。その内訳は，ノロウイルス GII が 19 件，ノロウイルス GI が 8 件，A 群ロタウイルスが 10 件，アストロウイルスが 1 件，アイチウイルスが 1 件であった。

### 4 アデノウイルス

アデノウイルスは流行性角結膜炎，その他結膜炎等と診断された患者検体のうち，混合感染を含め 83 検体から分離，あるいは遺伝子が検出された。その内訳は，37 型が 7 件，3 型が 7 件，4 型が 3 件，54 型が 43 件，56 型が 8 件，型別不明（NT）が 15 件であった。平成 27 年度は 54 型の流行が特徴的であった。

また，呼吸器疾患，発疹症，及び感染性胃腸炎と診

断された患者検体からもアデノウイルスが検出され，その内訳は，2 型が 2 件，3 型が 1 件，5 型が 2 件，型別不明（NT）が 4 件であった。

### 5 その他の病原微生物

脳炎・脳症等と診断された患者の 2 検体から，サイトメガロウイルス，ヒトヘルペスウイルス 6 型の遺伝子が 1 件ずつ検出された。

#### 文献

- 1) 西村浩一，松尾繁，田端康二，甲木和子：熊本県保健環境科学研究所報，**30**，49（2000）。
- 2) 松尾繁，田端康二，西村浩一，甲木和子：熊本県保健環境科学研究所報，**31**，71（2001）。
- 3) 病原体検出マニュアル（国立感染症研究所作成）  
[www.nih.go.jp/niid/ja/labo-manual.html](http://www.nih.go.jp/niid/ja/labo-manual.html)

表 1 検体受付数

病原体定点種別	検体数	検体種別						
		咽頭ぬぐい液	便	結膜ぬぐい液	髄液	尿	喀痰	その他
小児科	524	447	66	10				1
インフルエンザ	29	29						
眼科	158			158				
基幹	137	65	12		48	2	2	8
その他	41	17	5		4	7		8
合計	889	558	83	168	52	9	2	17

表 2. 疾患別ウイルス検出数（平成 27 年 4 月 1 日～平成 28 年 3 月 31 日）（1/7）

疾患名		4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	計
		月	月	月	月	月	月	月	月	月	月	月	月	
インフルエンザ	検体受付数	6	2	3	0	0	0	0	1	1	9	33	10	65
	Influenza A(H1pdm09)	1									4	20	5	30
	Influenza B(Victoria)										1		2	3
	Influenza B(Yamagata)	3	1									8	1	13
	Human boca			1										1
	Human rhino	1	1								1			3
	Influenza A(H1pdm09)+Human rhino										3	2	1	6
	Influenza A(H1pdm09)+RSV										1			1
	Influenza A(H3)+Human rhino									1				1
	Influenza B(Yamagata)+Human rhino	1		2								1		4
	陰性											2	1	3
	インフルエンザ様疾患	検体受付数	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	7	15
Influenza A(H1pdm09)													1	1
Adeno 2												1		1
Human corona 229E												1		1
Human metapneumo													2	2
Human rhino												1	1	2
Influenza A(H1pdm09)+RSV												1		1
RSV												1	4	5
陰性											1	2	7	10
RS ウイルス感染症	検体受付数	1	0	0	0	0	1	7	1	4	3	2	5	24
	Human corona OC43									2				2
	Human rhino						1	2		2	1			6
	Parainfluenza 1							1						1
	RSV							3			1	1	3	8
	RSV+Human rhino							1	1		1	1	1	5
	陰性	1											1	2

表 2. 疾患別ウイルス検出数（平成 27 年 4 月 1 日～平成 28 年 3 月 31 日）（2/7）

疾患名		4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	計
		月	月	月	月	月	月	月	月	月	月	月	月	
上気道炎	検体受付数	5	3	11	9	3	6	6	5	6	10	7	17	88
	Adeno 2								1					1
	Adeno NT			1										1
	Coxsackie A16				1									1
	Echo 3		1											1
	Human boca									1				1
	Human corona OC43									1				1
	Human corona HKU1											1		1
	Human metapneumo			2							1		1	4
	Human rhino	2		1	4		2	1	3	1	3		9	26
	Parainfluenza 1			1		2		1						4
	Parainfluenza 3			1										1
	Parainfluenza 4							1						1
	RSV				1			1			3	1	2	8
	Adeno 5+Human rhino								1					1
	Coxsackie A16+Human rhino				1									1
	Human metapneumo+Human rhino			1										1
	Human rhino+Adeno 3										1			1
	Human rhino+Human boca		1	1										2
	Human rhino+Human metapneumo											1		1
Human rhino+Human metapneumo+Human boca	1												1	
Parainfluenza 1+Human rhino							1	1					2	
Parainfluenza 3+Human rhino			1										1	
RSV+Human rhino				1							1	1	3	
陰性	2	1	2	1	1	3	1		2	3	3	4	23	
下気道炎	検体受付数	0	1	0	0	1	0	0	0	1	8	0	0	11
	Adeno 5										1			1
	Human metapneumo		1								1			2
	Human rhino									1	4			5
	Parainfluenza 4										1			1
	陰性					1					1			2
百日咳	検体受付数	0	3	2	1	0	0	1	1	0	1	1	3	13
	RSV			1										1
	百日咳菌							1			1		1	3
	陰性		3	1	1				1			1	2	9



表 2. 疾患別ウイルス検出数（平成 27 年 4 月 1 日～平成 28 年 3 月 31 日）（3/7）

疾患名		4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	計
		月	月	月	月	月	月	月	月	月	月	月	月	
ヘルパンギーナ	検体受付数	6	12	32	22	8	2	2	1	2	0	0	1	88
	Adeno NT			1										1
	Coxsackie A2			1	2	2								5
	Coxsackie A6				1	1								2
	Coxsackie A10		2	1	1									4
	Coxsackie A16	4	2	1	3	2								12
	Entero NT		1	1	5									7
	Human boca		1											1
	Human rhino	1	2	8					1					12
	RSV				1		1			1				3
	Adeno 5+Human rhino			1										1
	Coxsackie A2+Adeno NT					1								1
	Coxsackie A2+RSV					1								1
	Coxsackie A6+Human rhino		1											1
	Coxsackie A10+Human rhino										1			1
	Coxsackie A16+Human rhino			1										1
	Entero NT+Human rhino			1					1					2
陰性	1	3	16	9	1	1				1		1	33	
手足口病	検体受付数	16	13	16	21	7	7	1	1	1	0	0	0	83
	Adeno NT			1										1
	Coxsackie A6		2	2	1		1							6
	Coxsackie A10			1										1
	Coxsackie A16	9	5	3	5	2								24
	Echo 3			1										1
	Entero NT	4	1	1	5	1								12
	Human rhino		1	1		2	1	1						6
	Coxsackie A6+HHV-6						1							1
	Coxsackie A6+Human rhino										1			1
	Coxsackie A6+Human rhino+RSV						1							1
	陰性	3	4	6	10	2	3			1				29

表 2. 疾患別ウイルス検出数（平成 27 年 4 月 1 日～平成 28 年 3 月 31 日）（4/7）

疾患名		4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	計
		月	月	月	月	月	月	月	月	月	月	月	月	
発疹症	検体受付数	3	3	13	12	3	0	4	3	6	4	0	8	59
	Coxsackie A6				1	1		1						3
	Coxsackie A9		1	3	3									7
	Echo 18		1	3	5	1								10
	Echo 25								1					1
	Entero NT			2	1	1								4
	Human boca				1									1
	Human rhino								1	1				2
	HHV-6			1							1		1	3
	HSV 1	1												1
	Parecho NT								1					1
	Parvo B19												2	2
	RSV	1							1					2
	Parvo B19+Human rhino										1			1
	陰性	1	1	4	1				1	1	5	2		5
突発性発疹	検体受付数	0	0	1	0	2	0	0	0	1	0	0	0	4
	Human rhino			1										1
	RSV					1								1
	Human rhino+Human corona OC43+Cytomegalo									1				1
	陰性					1								1
咽頭結膜熱	検体受付数	1	0	5	4	0	1	0	0	0	0	2	0	13
	Adeno NT			1										1
	Coxsackie A9				1									1
	Entero NT			1										1
	Human corona HKU1											1		1
	Human rhino			2										2
	Parainfluenza 3				1									1
	RSV				2							1		3
	陰性	1		1			1							3
伝染性紅斑	検体受付数	0	0	0	0	0	5	4	0	0	0	0	1	10
	Entero NT						1							1
	Parvo B19						1						1	2
	陰性						3	4						7
麻疹	検体受付数	0	1	0	0	2	0	0	0	0	3	3	0	9
	Coxsackie A9		1											1
	EBV										1			1
	Echo 18+HHV-6					1								1
	Entero NT+HHV-6					1								1
	陰性										2	3		5
風疹	検体受付数	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3	4
	陰性											1	3	4
水痘	検体受付数	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
	陰性	2												2

表 2. 疾患別ウイルス検出数（平成 27 年 4 月 1 日～平成 28 年 3 月 31 日）（5/7）

疾患名		4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	計
		月	月	月	月	月	月	月	月	月	月	月	月	
無菌性髄膜炎	検体受付数	6	8	4	0	1	13	3	3	3	4	4	0	49
	Coxsackie A9						4							4
	Coxsackie B1							1						1
	Echo 7							1						1
	Echo 16							1						1
	Echo 18		2				3		1					6
	Entero NT	1				1			1					3
	Human rhino	1												1
	HHV-6									1				1
	Mumps		1											1
	M. pneumoniae		1											1
	VZV			1										1
	Echo 25+Human rhino											1		1
	Entero NT+Human rhino									1				1
	HHV-6+Human rhino											1		1
陰性	4	4	3			6			2	4	2		25	
脳炎・脳症等	検体受付数	0	3	3	0	0	1	8	7	0	9	3	2	36
	Cytomegalo							2						2
	HHV-6		3	1				1	1					6
	RSV										1			1
	陰性			2			1	5	6		8	3	2	27
流行性耳下腺炎	検体受付数	1	1	5	2	3	1	1	0	2	0	6	8	30
	Mumps			3	1							3	3	10
	Entero NT						1							1
	Human rhino											1		1
	Mumps+Human rhino			1										1
	HHV-6+Mumps												2	2
	陰性	1	1	1	1	3		1		2		2	3	15
不明熱	検体受付数	0	0	0	0	0	2	1	0	0	0	0	0	3
	陰性						2	1						3

表 2. 疾患別ウイルス検出数（平成 27 年 4 月 1 日～平成 28 年 3 月 31 日）（6/7）

疾患名		4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	計
		月	月	月	月	月	月	月	月	月	月	月	月	
感染性胃腸炎	検体受付数	2	3	10	4	1	4	6	5	7	12	6	9	69
	Noro G1		2	2							2			6
	Noro G2							2	2	3	5	1	2	15
	Adeno NT												1	1
	Aeromonas hydrophila			1										1
	Echo 18						2							2
	Echo 25							1						1
	Rota A										1	2	4	7
	病原性大腸菌（O153:H）									1				1
	Noro G1+Rota A			1										1
	Noro G1+Astro NT										1			1
	Noro G2+Rota A											1		1
	Noro G2+凝集性大腸菌（O25:H4）								1					1
	Noro G2+凝集性大腸菌（O126:H）									1				1
	Noro G2+凝集性大腸菌（O126:HUT）								1					1
	Noro G2+凝集性大腸菌（OUT:HUT）										1			1
	Adeno NT+Aichi NT			1										1
	Rota A+凝集性大腸菌（OUT:HUT）											1		1
	凝集性大腸菌（O126:HUT）+EnteronT				1									1
	同定不可								1					1
陰性		2	1	5	3	1	2		1	3	2	2	2	24

表 2. 疾患別ウイルス検出数（平成 27 年 4 月 1 日～平成 28 年 3 月 31 日）（7/7）

疾患名		4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	計
		月	月	月	月	月	月	月	月	月	月	月	月	
流行性角結膜炎	検体受付数	0	7	4	4	4	8	11	18	9	5	7	4	81
	Adeno 3						1	1	1	2		2		7
	Adeno 4									2			1	3
	Adeno 37		1			2	1							4
	Adeno 54			3	1	2	6	8	11	2	1	3		37
	Adeno 56		3						1		1		1	6
	Adeno NT								4		1	1	2	8
	陰性		3	1	3			2	1	3	2	1		16
その他結膜炎等	検体受付数	7	6	1	3	6	3	7	4	12	12	13	10	84
	Adeno 37										2	1		3
	Adeno 54							2	1	1	1		1	6
	Adeno 56	1		1										2
	Adeno NT									2	2	2	1	7
	HSV 1					1		1					1	3
	HSV-2		1											1
	同定不可					1								1
陰性	6	5		3	4	3	4	3	9	7	10	7	61	
その他	検体受付数	5	1	4	5	0	1	1	6	8	3	3	4	41
	Adeno NT	1											1	2
	Human corona HKU1									2				2
	Human metapneumo												1	1
	Human rhino			2										2
	HHV-4												1	1
	HHV-6								1	1				2
	HSV 1				3									3
	Noro G2	1												1
	Parainfluenza 1									1				1
	Parvo B19									1			1	2
	RSV+Human corona OC43									1				1
	Human rhino+Human boca		1											1
	Rubella	1												1
陰性	2		2	2		1	1	3	4	3	3		21	
検体受付総数	61	67	114	87	41	55	63	56	63	84	98	100	889	
陽性	35	41	70	53	27	29	43	39	32	49	63	62	543	
陰性	26	26	44	34	14	26	20	17	31	35	35	38	346	

### 3) 作物農薬残留濃度推定モデルによる

#### ジノテフラン残留濃度推定とその検証

宇梶徳史 濱本愛 飛野敏明 松本理世 西名武士 村川弘  
米澤晃子\* 横田節\*\* 原登志彦\*\*\*

##### はじめに

農畜産物に残留しても健康被害を及ぼさない農薬濃度の上限は毒性試験の結果を基に一日摂取許容量(ADI)及び急性参照容量(ARfD)として定められており、この値を基に各農畜産物における残留限量を基準値として定めている。農薬登録を行う際には、多くの場合農薬メーカー等の事業者が基準値設定の申請を行い、事業者が実際に農作物に残留した濃度を調査、もしくは残留濃度を予測することにより、基準値設定の基礎資料としている。

農薬登録に必要なデータには、作物残留試験の試験成績に加えて、水産動植物の被害防止に係る農薬登録保留基準や薬効・薬害試験成績があり、農薬を農業現場で使用するためには、これら必要な試験を適切に実施し、各種の基準をクリアする必要がある。このうち作物残留試験は、食品衛生法の基準値をクリアするため又は基準を設定するデータを取得するために必要な試験の1つとなっている。

オリーブは常緑性果樹類に属し、オリーブ果実から搾り取った油が料理用として用いられている。地中海沿岸では古くから栽培され、日本で消費されるオリーブ油の99.9%以上は輸入品である。しかし、近年のオリーブ油を利用した料理が注目を浴びていることを背景に、作付面積が熊本県をはじめ九州内で増加傾向となっている。しかし、オリーブで使用可能な農薬が少ないことから農薬登録への強い要望があり、熊本県では平成25年から農薬登録に向けた試験を実施している。

今回著者らはオリーブにおけるカメムシ類殺虫剤として必要なジノテフラン(商品名:スタークル)のオリーブ(葉)における農薬登録試験を行うこととした。農薬残留量調査を実施するにあたって、まず通知法のジノテフラン分析法を改良し、マトリックス成分の多いオリーブ(葉)でも分析可能な分析法を作成した。ついで、ジノテフラン残留濃度が基準値以下となるような収穫前日数を設定するに際し、作物農薬残留濃度推定モデルを用いて残留農薬濃度を推定した。さらに実際に農薬散布を行い、モデルの検証を行ったので併せて報告する。

##### 実験方法および結果

\*香川県農業試験場小豆オリーブ研究所

\*\*熊本県天草広域本部

\*\*\*北海道大学 低温科学研究所

##### 1 試薬材料等

###### 1.1 試料

オリーブ(葉)試料は、香川県農業試験場小豆オリーブ研究所構内(香川県小豆島町)および天草市栽培試験は場(熊本県天草市五和町)に植栽されているオリーブ成木から採取した。

###### 1.2 標準品

標準品はジノテフラン標準品(和光純薬工業)を用いた。

###### 1.3 その他の試薬等

- ・メタノール: 和光純薬工業製, HPLC用
- ・アセトニトリル: 和光純薬工業製, HPLC用
- ・ギ酸: 和光純薬工業製, LC/MS用
- ・酢酸アンモニウム: 和光純薬工業製, 試薬特級
- ・ろ過フィルター: GL Sciences 社製(0.2 $\mu$ m, 25N)

##### 2 LC/MS/MS測定条件

- ・LC: Nexera X 2(島津製作所社製)
- ・注入量: 2 $\mu$ L
- ・分離カラム: GLサイエンス社製  
InertsustainC18 HP (2.1 $\times$ 150mm, 3 $\mu$ m)
- ・カラムオープン温度: 40 $^{\circ}$ C
- ・移動相: A 液(水、0.01%ギ酸、2.5mM 酢酸アンモニウム), B 液(メタノール、0.01%ギ酸、2.5mM 酢酸アンモニウム)
- ・質量分析計: TRIPLE QUAD5500(SCIEX 社製)
- ・イオン化法: ESI
- ・分析モード: MRM
- ・プレカーサーイオン: m/z 203
- ・プロダクトイオン: m/z 114

##### 3 ジノテフラン分析法の検討

厚生労働省からジノテフラン分析法<sup>1)</sup>が通知されているが、この方法は試料から農薬成分を抽出後、高速液体クロマトグラフを使用してUVで検出する方法であり、オリーブ(葉)のようにマトリックス成分が多い試料には適用が難しかった。このため、アケビの報告例<sup>2)</sup>を参考に分析法を改良するとともに、分析機器について

も高速液体クロマトグラフタンデム型質量分析計 (LC/MS/MS) を使用する分析法とした。また、最終産物を精製水ではなくメタノールに溶解した際に回収率が20%程度向上したため、最終産物はメタノールに溶解して分析することとした。分析フローについては、図1に示す通りである。

本分析法を用いて、天草市栽培試験ほ場に植栽されているオリーブ（葉）を試料に添加回収試験（添加濃度1ppm）を行ったところ、回収率は94%であった。また同オリーブに2000倍希釈ジノテフラン水溶剤（スタークル顆粒水溶剤）を2014年12月に9日間間隔で散布し、最終散布25日後にオリーブ（葉）を採取し、ジノテフラン濃度を分析したところ、2.13ppmであった。

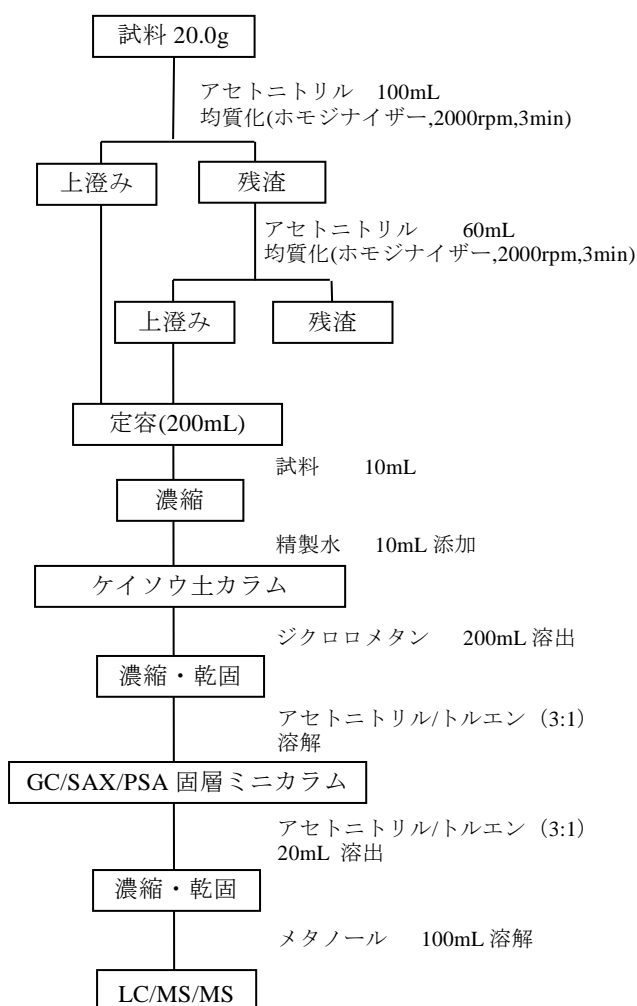


図1 ジノテフラン分析フロー

#### 4 作物農薬残留量推定モデルによる農薬残留量の推定

オリーブ（葉）は食品衛生法における作物分類上「その他の野菜」に分類されジノテフラン基準値は25ppmであるが、農薬登録を行う上では農林水産省の内

規である20ppmより低い残留濃度である必要がある。予備試験では散布25日後における残留濃度が2.13ppmであったことから収穫30日前の登録であれば可能と推測されたが、オリーブ果実の農薬登録が「収穫前日まで」を予定しており、農薬の利便性を高めるためより早い収穫前日数で農薬登録を取得することが望ましいと考えられた。このため、作物農薬残留量推定モデルによりジノテフラン残留量を推定し、その結果を基に農薬登録試験を行うこととした。

作物残留濃度推定モデルは、数学的に作物中の農薬残留量を推定することを目指したものである。現在までに国内外の研究者により複数のモデル式が報告されている<sup>3)</sup>。その中でも、藤田ら<sup>4)</sup>のモデルは最大農薬残留量を推定するために構築されたモデルであり、今回農薬残留量を推定する上で有用であると思われる。藤田らの作物残留農薬濃度モデルは、果実類用と葉菜類用モデルが報告されているが、葉菜類用モデルはキャベツやハクサイなど複数の葉を有し、個々の葉に異なる残留農薬濃度を示す野菜類に適用するモデルであることから、個々の葉に均一に農薬が付着するオリーブ（葉）では、果実類モデルを適用することが望ましいと考えられた。

藤田らの果実類モデルは、農薬を3回散布することを前提に

$$C_{t3} = \frac{P \times 0.8 \{ (S_1 \times W_1 \times D^{t1} + S_2 \times W_2) D^{t2} + S_3 \times W_3 \} D^{t3}}{100 \times W_{t3}}$$

$C_{t3}$ : t日後の残留農薬濃度、P: 薬液濃度、 $S_{1,2,3}$ : 付着率 (%)<sup>1)</sup>

$D^{t1,t2,t3}$ : 残存係数、 $W_{1,2,3}$ : 果実重量

のモデル式で残留農薬濃度を示している。

今回は2回散布で農薬登録試験を行うことから、

$$C_{t2} = \frac{P \times 0.8 (S_1 \times W_1 \times D^{t1} + S_2 \times W_2) D^{t2}}{100 \times W_{t2}}$$

と上式を改変し、本モデル式を用いて残留農薬濃度を推定することとした。

モデル式に含まれるパラメーターのうち、P（薬液濃度）は、スタークル顆粒水溶剤（20%含有）を2000倍希釈して散布することから薬液濃度は100ppmであり、P=100 となった。

またS（付着率）は、オリーブ（葉）を水に浸すことによる重量増加率から求められ、農薬散布期間中に葉が成長しないことから、 $S_1=S_2=31.7(\%)$ となった。

D（残存係数）は、農薬の減衰率を示す数値であり、藤田らにより残存係数を算出する計算式も報告されているが、今回は予備試験で散布25日後の残留農薬濃度が2.13ppmであったことから、この数値を利用して残存係数を算出した。この結果、 $D=0.8998$ となった。

葉の重量 (W) は平均値をとり、0.31 (g) とした。

この数値を用いて、オリーブ (葉) における残留農薬濃度推定の結果を図2に示す。

表1 残留農薬モデルによるジノテフラン推定濃度

農薬登録を行う上では、ジノテフランの農林水産省内規である20ppm以下である必要があることから、農薬

散布後 日数	1日後	7日後	14日後
濃度 (ppm)	33.72	17.90	8.547

登録に係る作物残留試験は、散布7日後もしくは散布14日後の登録を念頭に実施することが望ましいと考えられた。

### 5 農薬散布及び作物残留試験

オリーブに対する作物残留試験は、香川県農業試験場小豆オリーブ研究所及び天草市栽培試験ほ場で行った。2000倍希釈スタークル顆粒水溶剤の散布は、各試験地とも平成27年10月上旬に一週間間隔で2回行った。葉の採取は、散布7日後、14日後、21日後に行った。残留農薬分析は1つの試料に対して2回行い、その平均値を分析値とした。分析値を表2に示す。

表2 オリーブ (葉) におけるジノテフラン分析値  
(単位 ppm)

### 6 モデルによる残留農薬濃度推移の解析

オリーブ (葉) におけるジノテフラン残留濃度は、

試験地	香川県小豆島町	熊本県天草市
散布7日後	38.57	6.31
散布14日後	14.32	4.18
散布21日後	12.07	2.29

香川県の試料と熊本県の試料では差が見られたことから、この要因を明らかにするため、2つの試料における残留農薬濃度の推移を、Timmeらのモデル式により数式化することとした。Timmeらは残留農薬濃度の減衰は1反応速度論的に表せるとし、残留農薬濃度を以下の式で示している。このモデル式は、島本も同様に報告している<sup>6)</sup>。

$$C=C_0\exp(-\lambda T)$$

$C_0$ : 初期付着濃度  $\lambda$ : 定数  $T$ : 日数

オリーブ (葉) におけるジノテフラン残留農薬濃度を図2に示すとおりTimmeらの式で近似させると、以下の式で示された。

$$\text{(香川県小豆島町)} \quad C = 63.706\exp(-0.083T)$$

$$\text{(熊本県天草市)} \quad C = 12.915\exp(-0.082T)$$

このうち、定数 ( $\lambda$ ) に相当する数値は、香川県の試料で0.083、熊本県の試料で0.082であり、ともにほぼ同一の数値であることから、いずれの試料もジノテフランはほぼ同一曲線で減衰していることが明らかとなった。その一方で、初期付着濃度 ( $C_0$ ) は香川県の試料で63.706であるのに対し、熊本県の試料では12.915と大きな開きがあった。このことから、オリーブ (葉) におけるジノテフラン残留濃度の試料間における差は、ジノテフランの初期付着濃度の差に起因することが明らかとなった。

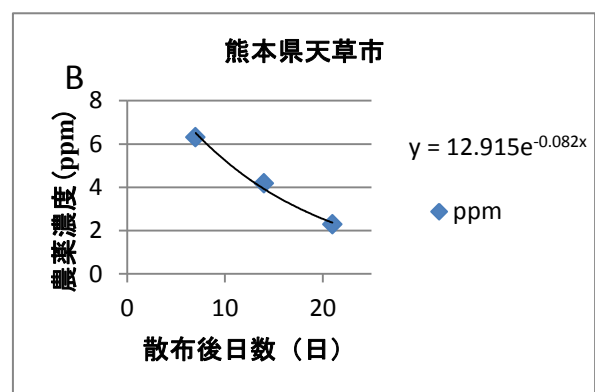
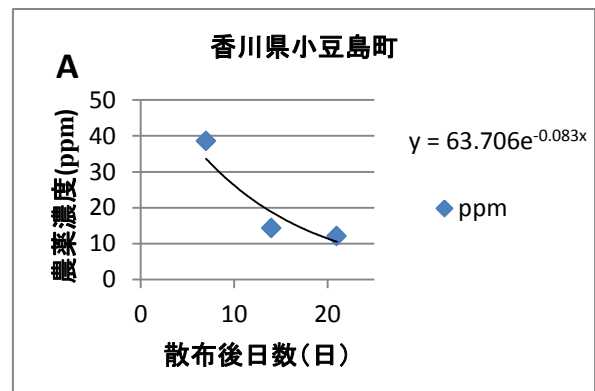


図2 オリーブ (葉) におけるジノテフラン残留濃度の計時的変化 (A)香川県小豆島町 (B) 熊本県天草市

### 考察

藤田らの作物残留農薬濃度推定モデルを用いて、残留農薬濃度の推定を行い、香川県小豆島町と熊本県天



草市の2か所で検証を行ったが、モデルによる推定値は2か所の試料における残留濃度値のほぼ中間値であった。また食品衛生法の残留基準値をクリアする濃度も、当初予想した散布14日後であり、モデルによる推定通りとなった。モデル検証の結果、モデルにより推定した残留農薬濃度と実際の分析結果では、明確な一致には至らなかったが、全体的には概ね良好な結果が得られた。このことから、藤田らの構築した作物農薬残留量推定モデルは、作物農薬残留濃度の推定には有用であることが示された。

実際の検証では、2つの試験地間で差が見られたが、Timmeらのモデルを用いて解析したところ、この差は初期付着濃度の差であることが示された。熊本県天草市における散布7日後の試料採取の前日に降雨（降水量10.5ミリ）があり、熊本県天草市の試料において初期付着濃度が低かったのは、この降雨が原因の1つであると思われる。

また、香川県の試料において、散布14日後の試料におけるジノテフラン残留濃度がモデル曲線から外れた値となっているが、散布14日後の試料採取日の前日に降雨にさらされている（降水量6.0ミリ）。このことから、香川県小豆島町の試料において散布14日後の値がモデル式から外れているのは、散布14日後の試料採取前日に降った雨が原因であると考えられる。

その他の要因として、試験に用いた香川県小豆島町

の品種「ネバディロブランコ」は、熊本県天草市の品種「ミッション」に比較して葉が小さく薄いため、農薬が残留しやすいことが考えられる。試験に用いた品種の違いが、2つの試験地間でジノテフラン残留濃度に違いが見られたその他の要因の一つであると推測される。

今回のモデルによる検証により、農薬残留量を推定する上では初期付着濃度を正確に推定することが重要であることが示された。初期付着濃度は作物及び農薬の種類だけでなく、栽培環境によっても異なることから、初期付着濃度を正確に推定することが、モデルを利用する上での今後の課題である。

#### 文献

- 1) 厚生労働省, 通知法, ジノテフラン分析法.
- 2) 岡本真理, 第31回農薬残留分析研究会講演要旨集, 141-144 (2008).
- 3) 坂部亮介, 松野倫也, 塩澤明日香, 田中稔, 早川泰弘 農薬調査研究報告 6, 31-44 (2014).
- 4) 藤田俊一, 和田豊, 高橋義行 植物防疫, 67(2), 1-7 (2013).
- 5) G. Timme, H. Frehse Pflanzenschutz-Nachrichten Bayer, 33 47-60 (1980).
- 6) 島本 文子 高知県農業技術センター研究報告, 18 9-16 (2009).

## 4) QuEChERS - GC/MS 法による農産物中残留農薬分析法の妥当性評価

濱本 愛 飛野敏明 村川 弘

### はじめに

食品衛生法の改正に伴い、平成18年にポジティブリスト制度が導入されて、本県では県内流通食品の安全安心確保を目的として食の安全安心推進条例を定めているところである。現在、本条例の検査目標農薬等数600種類を迅速に分析するために、溶媒抽出-LC/MS/MS法<sup>1)</sup>及び超臨界流体抽出-GC/MS法<sup>2)</sup>(以下、「現行法」という)を併用して、残留農薬検査を実施している。

現行法では測定溶液調製まで約5時間/4検体を要するが、近年、産直市場の拡大等により、食品がより短時間で消費者に届くようになってきており、食品の安全安心の確保を追及するには、さらに分析時間を短縮することが求められる。昨今、短時間で多成分の農薬を抽出できることから、欧州や米国で広く採用されているQuEChERS (Quick, Easy, Cheap, Effective, Rugged, Safe) キットを用いた抽出法が国内でも普及してきている。そこで今回、本キットを用いたGC/MS法(以下、「QuEChERS - GC/MS法」という)について、県内流通農産物を対象に厚生労働省が示している「食品中に残留する農薬等に関する試験法の妥当性評価ガイドライン」<sup>3)</sup>(以下、「ガイドライン」という)に基づいた妥当性評価試験を実施し、農産物中の残留農薬分析法として使用可能であるかを検討したので、その結果を報告する。

### 実験方法

#### 1 試薬・器具

##### 1.1 標準品

標準品は林純薬工業製、関東化学製、和光純薬工業製、Dr.Ehrenstorfer GmbH製、Sigma-aldrich製を用い、アセトン又はメタノールにより適宜希釈して、農薬混合標準液とした。

##### 1.2 器具

- ・ QuEChERS抽出キット:アジレント製,  
品番 5982-0755
- ・ QuEChERS 分散キット:アジレント製,  
品番 5982-5258(pigment), 5982-5456(pigment+FAT)
- ・ 精製用ミニカラム:GLサイエンス製,  
Cat No. 5010-68104(SAX/PSA), 5010-68011(GC/PSA)

#### 2 試料

熊本県内に流通していた農産物(大豆, 玄米, 柑橘類(不知火), ほうれんそう, かんしょ, キャベツ)をフードプロセッサー若しくはミルサーで細切・均質化したものを試料とした。また, 試験法の妥当性評価を行うため, GC/MS分析対象農薬373成分(異性体含む)の農薬混合標準液を均質化した試料に0.05及び0.01µg/gになるように添加し, 分析者2名でそれぞれ1日2回, 3日間の添加回収試験を実施した。

#### 3 GC/MS分析条件

GC: 7890A(Agilent), MS:5975C(Agilent)

カラム: HP-5MS, 0.25 mmφ×30m, 膜厚:0.25 µm,  
昇温条件: 80°C(2分)-30°C/分-180°C(10分)-2°C/分  
-200°C(0分)-3°C/分-280°C(10分)

流量: 1mL/min (定流量モード)

注入口温度: 250°C, 注入量: 4 µL

注入方法:パルスドスプリットレス

MS イオン源温度: 230°C, MS 四重極温度: 150°C

測定モード:SIM - SCAN同時取り込み

#### 4 試験溶液調製

2で調製した試料15g(大豆及び玄米は試料5gに蒸留水10gを加えた15g)に1%酢酸含有アセトニトリル15mLを加え, 1分間振とうし, 抽出キットを加え, さらに1分間振とう後, 3000rpmで10分間遠心分離した。抽出液8mLを分散キット(pigment, ただし, 大豆, 玄米, 柑橘類(不知火)の油分の含有が多い農産物はpigment+FATを使用)に分取し, 1分間振とう後, 3000rpmで10分間遠心分離した。その後, 試料2gに相当する抽出液量(大豆及び玄米は試料1gに相当する抽出液量)をエバポレーターで減圧濃縮し, 窒素気流下で乾固した。残渣をアセトン/ヘキサン(3:1)混液2mLで溶解し, あらかじめ同混液20mLでコンディショニングを行ったミニカラム(SAX/PSA, ただし, ほうれんそうはGC/PSAを使用)に負荷し, 同混液全20mLで溶出した。この抽出液をエバポレーターで減圧濃縮, 窒素気流下で乾固後, 検液中濃度が2倍になるようアセトンで定容し, 試験溶液とした。

なお, ほうれんそうについては, Limian Zhaoらの報告<sup>4)</sup>を参考に抽出液8mLにトルエン3mLを加えて, 分散

処理を行った。

### 結果及び考察

本試験法は従来のQuEChERS法では十分に除去できなかったサンプル由来の夾雑物による定性・定量精度の悪化を防ぐため、QuEChERS法に現行法で抽出後に行っているカラム精製を追加して、分析法の妥当性を評価した。

表1にガイドラインの真度（70～120%）及び精度の目標値に適合した農薬成分数（以下、「適合農薬成分数」という）を、表2に添加濃度0.01µg/gにおける妥当性評価試験の結果を示す。

表1に示すとおり、今回の妥当性評価試験ではキャベツを除く5農産物で添加濃度0.01µg/gに比べ0.05µg/gにおける適合農薬成分数が多かった。これは、0.01µg/gの低濃度添加では農産物由来のマトリックスの影響がより大きく現れ、ベースラインの変動が大きく、十分な真度が得られなかったためと考えられた。

表1 ガイドラインに適合した農薬成分数

試料	添加濃度(µg/g)	
	0.05	0.01
大豆	281	238
玄米	304	177
柑橘類(不知火)	300	293
ほうれんそう	309	273
かんしょ	314	292
キャベツ	203	242

分析対象農薬成分数 373

なお、キャベツにおいては、山口らの報告<sup>5)</sup>と同様に多く含まれる硫黄等の影響も考慮され、今後、改善の必要が認められた。

今回、真度が目標値に達したものの、精度が目標値に適合しなかった農薬成分も認められ、その多くは併行精度に比べて、室内精度が不適合となるものであった。要因としては、分析者間の試験操作の誤差も考えられるが、GC/MSへの連続注入によるGC、インサート、カラム等への試料マトリックスの吸着による、測定機器の感度変動によるものであると推測された。

本試験法は、添加する農産物によって適合農薬成分数が異なっていたが、一部の農産物では残留農薬分析法として一定の妥当性が確認できた。また、溶媒の使用量の削減及び同時に多検体処理でき、現行法と比較して処理時間が約2分の1（本法は約4時間/6検体）であったことから、スクリーニング検査として使用することが可能であると考えられた。

### 文献

- 1) 福島孝兵, 増永ミキ, 宮原喜子, 飛野敏明: 熊本県保健環境科学研究所報, **37**, 36-39 (2007).
- 2) 濱田寛尚, 吉田達雄, 飛野敏明, 村川弘: 熊本県保健環境科学研究所報, **41**, 86-88 (2011).
- 3) 厚生労働省: 厚生労働省医薬食品局食品安全部長通知, 食安発第1224第1号, 平成22年12月24日.
- 4) Limian Zhao, Joan Stevens: Agilent Technologies Inc., 5990-4305JAJP, (2009).
- 5) 山口 玲子: 千葉市環境保健研究所年報, **20**, 53-58 (2013).

表2 妥当性評価試験結果 (添加濃度 0.01μg/g)

No	成分名	大豆	玄米	柑橘類(不知火)	ほうれんそう	かんしょ	キャベツ
1	2,3,5-トリメタカルブ <sup>°</sup>	○		○	○	○	○
2	2,4-ジ <sup>°</sup> クロロアニリン						
3	2,6-ジ <sup>°</sup> クロルベン <sup>°</sup> ンサ <sup>°</sup> ミト <sup>°</sup>	○	○	○	○	○	○
4	3,4,5-トリメタカルブ <sup>°</sup>	○		○		○	○
5	EPN	○	○	○		○	○
6	EPTC	○					○
7	MPMC	○	○	○	○	○	○
8	o,p'-DDT	○	○	○	○	○	○
9	p,p'-DDD		○	○	○	○	○
10	p,p'-DDE			○	○	○	○
11	p,p'-DDT	○		○	○	○	○
12	swep	○		○	○	○	
13	XMC	○		○	○	○	○
14	α-BHC			○	○	○	○
15	α-エント <sup>°</sup> スルファン	○	○	○	○	○	○
16	α-クロルフェニ <sup>°</sup> ンホス	○	○	○	○	○	○
17	β-BHC	○	○	○	○	○	○
18	β-エント <sup>°</sup> スルファン	○	○	○	○	○	○
19	β-クロルフェニ <sup>°</sup> ンホス	○	○	○	○	○	○
20	γ-BHC			○	○	○	○
21	δ-BHC			○	○	○	○
22	アクリナトリン 1		○			○	○
23	アクリナトリン 2		○	○			
24	アサ <sup>°</sup> コナゾ <sup>°</sup> ール	○	○	○	○	○	○
25	アジ <sup>°</sup> ンホスエチル	○		○	○	○	○
26	アジ <sup>°</sup> ンホスメチル	○			○	○	○
27	アセタミフ <sup>°</sup> リト <sup>°</sup>		○	○		○	○
28	アセトクロール		○	○	○	○	○
29	アセフェート		○	○	○	○	
30	アゾ <sup>°</sup> キシストロピ <sup>°</sup> ン	○	○	○	○	○	○
31	アトラジ <sup>°</sup> ン	○		○	○	○	○
32	アニコホス	○	○	○	○	○	○
33	アミトラス <sup>°</sup>						
34	アミノカルブ <sup>°</sup>	○	○	○		○	○
35	アメトリン	○		○	○	○	
36	アラクロール		○	○	○	○	○
37	アルト <sup>°</sup> リン				○	○	○
38	アレスリン 1		○	○	○	○	○
39	アレスリン 2	○	○	○	○	○	○
40	イサゾ <sup>°</sup> ホス	○	○	○	○	○	
41	イソカルホ <sup>°</sup> ホス	○	○	○	○	○	○
42	イソキサチオン		○	○			
43	イソフェンホス	○		○	○	○	○
44	イソフェンホスオキシソ <sup>°</sup> ン	○	○	○	○	○	○
45	イソフ <sup>°</sup> ロカルブ <sup>°</sup>	○		○	○	○	○
46	イソフ <sup>°</sup> ロチオラン	○	○	○	○	○	○
47	イソフ <sup>°</sup> ロパ <sup>°</sup> リン	○	○	○		○	

No	成分名	大豆	玄米	柑橘類(不知火)	ほうれんそう	かんしょ	キャベツ
48	イナベンフィット						
49	イプロシオン	○					○
50	イプロシオン代謝物			○		○	○
51	イプロヘンホス	○	○	○	○	○	○
52	イマサメタベンソメチルエステル	○			○	○	
53	イマサリル	○	○	○		○	
54	イミヘンコナゾール				○	○	
55	イミヘンコナゾール脱ヘンシゲル体	○	○	○	○		○
56	イントキサカルブ	○	○	○			○
57	ウニコナゾール P	○		○	○	○	○
58	エスプロカルブ	○	○	○	○	○	○
59	エチオフェンカルブ	○	○	○		○	○
60	エチオン	○	○	○	○	○	○
61	エチクロセート	○	○	○	○	○	○
62	エチプロール	○	○	○		○	
63	エテオフィエンホス		○	○	○	○	○
64	エトキサゾール	○		○	○	○	○
65	エトフェンプロックス			○	○	○	
66	エトメセート	○	○	○	○	○	○
67	エトプロホス	○		○	○	○	○
68	エトヘンサニト						
69	エトリンアゾール			○	○	○	○
70	エトリムホス	○		○	○	○	
71	エントスルファンサルフェート			○	○	○	○
72	エントリン	○	○	○	○	○	○
73	オキサシアゾン	○	○	○	○	○	○
74	オキサシキシル	○	○	○	○	○	○
75	オキサシクロメホン						
76	オキサミル		○		○	○	
77	オキシフルオルフェン		○				
78	オルトフェニルフェノール			○	○	○	○
79	カスサホス	○		○	○	○	○
80	カフェンストロール	○		○			○
81	カプトホル						
82	カルハリル		○	○	○	○	
83	カルハリル 2	○	○	○	○	○	○
84	カルフェントラゾンエチル	○	○	○	○	○	○
85	カルプロハミト	○	○	○	○	○	○
86	カルベタミト		○	○	○		
87	カルボキシ	○	○	○	○	○	○
88	カルボスルファン		○			○	
89	カルボフラン	○				○	
90	キナルホス	○		○	○	○	
91	キノキシフェン				○	○	
92	キノクラミン						
93	キノメチオナート						
94	キャプタン						
95	キントゼン				○	○	

No	成分名	大豆	玄米	柑橘類(不知火)	ほうれんそう	かんしょ	キャベツ
96	クミロン	○	○			○	○
97	クレソキシムメチル	○	○	○	○	○	○
98	クロマゾン	○	○	○	○	○	○
99	クロトキシニル		○	○	○	○	
100	クロリタゾン	○	○	○	○	○	○
101	クロルタールジメチル	○		○	○	○	○
102	クロルニトロフェン	○	○	○	○		○
103	クロルピリホス			○	○	○	
104	クロルピリホスメチル	○			○	○	
105	クロルフェナピル			○	○	○	○
106	クロルプロファミ	○		○	○	○	○
107	クロタロニル						
108	クロネブ			○	○	○	○
109	クロヘンジンレート	○	○	○	○	○	○
110	サイネリン 1			○	○	○	○
111	サイネリン 2		○	○	○	○	○
112	サリチオン	○		○	○	○	○
113	シアナジン	○	○	○	○	○	○
114	シアノフェンホス	○		○	○	○	
115	シアノホス	○	○	○	○	○	○
116	ジアフエンチウロン						
117	ジアフエンチウロン分解物				○	○	○
118	ジエトフェンカルブ	○		○	○	○	
119	ジオキサカルブ 1	○		○	○	○	○
120	ジオキサカルブ 2						
121	シクロエート				○	○	○
122	ジクロシメット 1	○		○	○	○	○
123	ジクロシメット 2		○	○		○	○
124	ジクロフェンチオン	○		○	○	○	
125	ジクロフルアニト					○	
126	ジクロヘニル						
127	ジクロホップメチル			○	○	○	○
128	ジクロラン	○			○	○	
129	ジクロルホス						○
130	ジコホール	○		○	○	○	○
131	ジスルホトン			○	○		
132	ジチオピル	○		○	○	○	○
133	シハトリン 1	○	○	○			
134	シハトリン 2	○	○	○			○
135	シハロホップフェチル	○	○	○	○	○	○
136	ジフェナミト	○	○	○	○	○	○
137	ジフェニル						
138	ジフェニルアミン			○	○	○	
139	ジフェノコナゾール 1	○	○	○		○	
140	ジフェノコナゾール 2	○	○	○		○	
141	ジフェンゾコート						
142	シフルトリン 1		○				○
143	シフルトリン 2	○	○	○			

No	成分名	大豆	玄米	柑橘類(不知火)	ほうれんそう	かんしょ	キャベツ
144	シフルトリン 3	○		○	○		○
145	シフルトリン 4	○	○	○		○	○
146	ジフルフェニカン						
147	ジフルヘンズロン						
148	シフルメトフェン	○				○	
149	シプロコナゾール	○	○	○	○	○	○
150	シプロジニル						
151	シヘルメトリン 1	○		○		○	○
152	シヘルメトリン 2	○		○		○	○
153	シヘルメトリン 3	○		○		○	○
154	シヘルメトリン 4			○			○
155	シマジン				○	○	
156	ジメタメトリン			○	○	○	○
157	ジメチピン			○	○	○	
158	ジメチルピソホス	○		○	○	○	○
159	ジメナミト	○	○	○	○	○	○
160	ジメトエート	○	○	○	○	○	○
161	ジメトモルフ 1	○	○	○	○	○	○
162	ジメトモルフ 2	○		○	○	○	○
163	シメトリン	○			○	○	
164	ジメヒレート	○		○	○	○	
165	シラフルオフェン			○	○	○	
166	シンメチリン			○		○	
167	スルプロホス	○		○	○	○	○
168	セクブメトン			○	○	○	
169	ターハシル	○	○		○	○	○
170	タイジン	○		○	○	○	○
171	タイムロン						
172	チアベンタゾール						
173	チアメトキサム	○	○	○	○	○	○
174	チオベンカルブ	○		○	○	○	○
175	チオメトン			○	○		○
176	チフルサミト	○	○	○	○	○	○
177	テイルトリン			○	○	○	○
178	テクナゼン				○	○	
179	テクロフタラム					○	
180	テスメトリン			○	○	○	
181	テトラクロルピソホス	○		○	○	○	○
182	テトラコナゾール	○	○	○		○	○
183	テトラジホソ	○		○	○	○	○
184	テトラメトリン 1	○	○	○	○	○	○
185	テトラメトリン 2	○	○	○	○	○	○
186	テニルクロール	○	○	○	○	○	○
187	テプロコナゾール	○		○	○	○	○
188	テプロフェンピラト	○		○	○	○	○
189	テフルトリン	○		○	○	○	○
190	デルタメトリン 1		○			○	○
191	デルタメトリン 2	○	○	○	○		

No	成分名	大豆	玄米	柑橘類(不知火)	ほうれんそう	かんしょ	キャベツ
192	テルブ <sup>°</sup> カルブ <sup>°</sup>	○		○	○	○	○
193	テルブ <sup>°</sup> トリン	○		○	○	○	○
194	テルブ <sup>°</sup> ホス	○		○	○	○	○
195	テルブ <sup>°</sup> メトン	○		○	○	○	○
196	トラルコキシジ <sup>°</sup> ム			○	○	○	○
197	トリアシ <sup>°</sup> メノール 1	○	○	○			○
198	トリアシ <sup>°</sup> メノール 2		○	○			○
199	トリアシ <sup>°</sup> メホン	○	○	○	○	○	○
200	トリアソ <sup>°</sup> ホス	○		○	○		○
201	トリアレート		○	○	○	○	○
202	トリシクラソ <sup>°</sup> ール	○			○	○	○
203	トリブ <sup>°</sup> ホス	○	○	○	○	○	○
204	トリフルミソ <sup>°</sup> ール	○	○	○		○	○
205	トリフルミソ <sup>°</sup> ール代謝物		○	○	○	○	○
206	トリフルラン	○	○	○	○	○	○
207	トリフロキシストロビ <sup>°</sup> ン	○	○	○	○	○	○
208	トルクロホスメチル	○		○	○	○	
209	トルフェンピ <sup>°</sup> ラト <sup>°</sup>	○		○	○	○	
210	ナフ <sup>°</sup> ロアニルト <sup>°</sup>						
211	ナフ <sup>°</sup> ロハ <sup>°</sup> ミト <sup>°</sup>	○		○	○	○	
212	ニトラリン		○				
213	ニトロタールイソフ <sup>°</sup> ロビ <sup>°</sup> ル			○			○
214	ノルフルラソ <sup>°</sup> ン	○	○	○	○	○	○
215	ハ <sup>°</sup> クロフ <sup>°</sup> トラソ <sup>°</sup> ール	○	○	○	○	○	○
216	ハ <sup>°</sup> ミト <sup>°</sup> チオン	○	○	○			
217	ハ <sup>°</sup> ラチオン		○	○			
218	ハ <sup>°</sup> ラチオンメチル		○	○		○	○
219	ハルフェンブ <sup>°</sup> ロックス	○		○	○		
220	ヒ <sup>°</sup> テルタノール 1	○	○	○		○	
221	ヒ <sup>°</sup> テルタノール 2			○		○	○
222	ヒ <sup>°</sup> フェナセ <sup>°</sup> ート		○				
223	ヒ <sup>°</sup> フェノックス		○				
224	ヒ <sup>°</sup> フェントリン			○	○	○	
225	ヒ <sup>°</sup> ハ <sup>°</sup> ロニルフ <sup>°</sup> トキシト <sup>°</sup>	○		○	○	○	○
226	ヒ <sup>°</sup> ハ <sup>°</sup> ロホス	○	○	○		○	
227	ヒメキシソ <sup>°</sup> ール						
228	ヒ <sup>°</sup> ラクロホス	○		○	○	○	○
229	ヒ <sup>°</sup> ラソ <sup>°</sup> キシフェン	○		○	○		
230	ヒ <sup>°</sup> ラソ <sup>°</sup> ホス			○	○	○	
231	ヒ <sup>°</sup> ラフルフェンエチル			○	○	○	
232	ヒ <sup>°</sup> リタ <sup>°</sup> フェンチオン	○	○	○	○	○	○
233	ヒ <sup>°</sup> リタ <sup>°</sup> ヘン	○		○	○	○	○
234	ヒ <sup>°</sup> リフェノックス 1	○	○	○	○	○	○
235	ヒ <sup>°</sup> リフェノックス 2	○		○	○	○	○
236	ヒ <sup>°</sup> リフ <sup>°</sup> チカルブ <sup>°</sup>			○	○		○
237	ヒ <sup>°</sup> リフ <sup>°</sup> ロキシフェン	○		○	○	○	
238	ヒ <sup>°</sup> リミカーブ <sup>°</sup>	○		○	○	○	
239	ヒ <sup>°</sup> リミジ <sup>°</sup> フェン						



No	成分名	大豆	玄米	柑橘類(不知火)	ほうれんそう	かんしょ	キャベツ
240	ビ°リミノハ°ックメチル-E	○		○	○	○	○
241	ビ°リミノハ°ックメチル-Z	○		○	○	○	○
242	ビ°リミノハ°メチル	○		○	○	○	
243	ビ°リメタニル				○	○	
244	ビ°ロキロン	○	○	○	○	○	
245	ビ°ンクローズリン	○		○	○	○	○
246	フェモキサト°ン		○	○	○		○
247	フィ°ロニル	○	○	○	○	○	○
248	フェナミホス	○		○	○	○	○
249	フェナリモル	○	○	○	○	○	○
250	フェニトロチオン		○	○			○
251	フェノキサニル 1	○	○	○	○	○	○
252	フェノキサニル 2	○	○	○	○	○	○
253	フェノキサブ°ロップ°エチル						
254	フェノチオカルブ°	○	○	○	○	○	○
255	フェノトリン 1		○	○	○	○	○
256	フェノトリン 2		○	○	○	○	○
257	フェノブ°カルブ°	○		○	○	○	○
258	フェリムソ°ン-E	○		○	○	○	
259	フェリムソ°ン-Z	○	○	○	○	○	○
260	フェンクロルホス			○	○	○	
261	フェンスルホチオン		○	○			
262	フェンチオン			○	○	○	○
263	フェントエート	○	○	○	○	○	○
264	フェンハ°レレート 1	○		○	○	○	○
265	フェンハ°レレート 2	○	○	○	○	○	○
266	フェンブ°コナソ°ール	○	○	○	○	○	
267	フェンブ°ロハ°トリン			○	○	○	○
268	フェンブ°ロヒ°モルブ	○			○	○	○
269	フェンヘキサミト°						
270	フサライト°				○		
271	フ°タクロール	○		○	○	○	○
272	フ°タミホス		○			○	
273	フ°チレート				○	○	
274	フ°ヒ°リメート	○		○	○	○	○
275	フ°ブ°ロフェシ°ン	○	○	○	○	○	○
276	フラチオカルブ°			○	○		
277	フラムブ°ロップ°メチル		○	○	○	○	○
278	フラメトヒ°ル			○	○	○	
279	フルアクリヒ°リム	○	○	○	○	○	○
280	フルシ°オキシニル	○	○	○		○	
281	フルシトリネート 1	○	○	○	○	○	○
282	フルシトリネート 2	○	○	○	○	○	○
283	フルシラソ°ール	○	○	○		○	○
284	フルトラニル	○	○	○	○	○	○
285	フルトリアホール	○	○	○	○	○	○
286	フルハ°リネート 1	○	○				○
287	フルハ°リネート 2	○	○				○

No	成分名	大豆	玄米	柑橘類(不知火)	ほうれんそう	かんしょ	キャベツ
288	フルミオキサジン		○	○	○		
289	フルミクロラクペンチル	○	○	○	○	○	○
290	ブレチラクロール	○		○	○	○	○
291	ブクロラス	○	○	○			
292	ブロシミト	○		○	○	○	○
293	ブロチオホス	○			○	○	
294	ブロハクロール			○	○	○	○
295	ブロハニル	○		○	○	○	
296	ブロハホス	○	○	○	○	○	○
297	ブロハモカルブ						
298	ブロハルキット1						
299	ブロハルキット2		○				
300	ブロビコナゾール1	○	○	○		○	
301	ブロビコナゾール2	○	○	○	○	○	
302	ブロビサミト	○		○	○	○	○
303	ブロファミ	○	○		○	○	
304	ブロフェノホス			○	○	○	
305	ブロヘナゾール1	○		○	○	○	
306	ブロヘナゾール2	○			○	○	○
307	ブロホキシル	○	○	○	○	○	○
308	ブロマシル	○	○	○	○	○	○
309	ブロメカルブ1				○		
310	ブロメカルブ2	○		○	○		○
311	ブロメトリン	○		○	○	○	○
312	ブロメトン			○	○	○	○
313	ブロモブチト	○	○	○	○	○	○
314	ブロモブチト脱臭素体		○	○	○	○	○
315	ブロモブロビレート	○	○	○		○	○
316	ブロモホス	○		○	○	○	
317	ブロモホスエチル	○		○	○	○	
318	ヘキサクロロペンゼン						
319	ヘキサコナゾール	○	○	○		○	○
320	ヘキサシノン	○	○	○	○	○	○
321	ヘキシチアゾクス			○	○	○	
322	ヘナラキシル	○	○	○	○	○	○
323	ヘノキサコル	○	○	○	○	○	○
324	ヘブタクロル			○	○	○	○
325	ヘブタクロルエホキサイト	○	○	○	○	○	○
326	ヘルメトリン1			○	○	○	○
327	ヘルメトリン2			○	○	○	○
328	ヘンコナゾール	○	○	○	○	○	○
329	ヘンシクロン			○	○		
330	ヘンタイオカルブ			○	○	○	○
331	ヘンテイメタリン	○	○	○		○	○
332	ヘンフラカルブ	○	○	○		○	
333	ヘンフルラリン	○	○	○	○	○	○
334	ヘンフレセート	○		○	○	○	○
335	ホサロン	○		○		○	○

No	成分名	大豆	玄米	柑橘類(不知火)	ほうれんそう	かんしょ	キャベツ
336	ホスカリト			○	○	○	
337	ホスチアゼート1		○	○	○		○
338	ホスチアゼート2	○	○	○	○	○	○
339	ホスファミト-1	○	○	○	○	○	
340	ホスファミト-2	○	○	○	○	○	○
341	ホスメット	○				○	○
342	ホノホス	○	○	○	○	○	○
343	ホルヘット						
344	ホレート	○		○	○	○	○
345	マラオキソン	○	○	○		○	○
346	マラチオン	○	○	○	○	○	○
347	マイクロタニル	○	○	○	○	○	○
348	メタルデヒト						
349	メタクリホス				○		○
350	メタヘンステアスロン	○			○		
351	メタミトホス	○	○	○	○	○	○
352	メタラキシル	○	○	○	○	○	○
353	メチオカルブ	○	○	○	○	○	○
354	メチタチオン	○	○	○	○	○	○
355	メチルタイムロン		○	○	○	○	○
356	メトキシクロール	○	○	○	○	○	○
357	メトプレン	○	○	○	○	○	○
358	メトプロトリン	○		○	○	○	○
359	メトミノストロピ-ン-E	○	○	○	○	○	○
360	メトミノストロピ-ン-Z	○	○	○	○	○	○
361	メトラクロール	○		○	○	○	○
362	メトリフシ-ン	○	○	○	○	○	○
363	メトルカルブ	○	○	○	○	○	○
364	メハニヒリム						
365	メヒンホス				○	○	○
366	メフェナセット	○		○	○	○	
367	メフロニル	○		○	○	○	○
368	モノクロトホス	○	○	○	○	○	
369	モリネート	○			○		○
370	リニユロン	○	○	○	○		
371	レスメトリン1	○		○	○	○	○
372	レスメトリン2	○	○	○	○	○	○
373	レナシル	○	○	○	○	○	○

ガイドラインの目標値を満たすものを○とした

## 5) 熊本県の酸性雨長期モニタリング調査結果 (2015年度)

### — 県内4地点における降水試料調査結果 —

宮本 俊 古澤 尚英

#### はじめに

熊本県では、1988年10月から県内における酸性雨の状況を把握するため、長期モニタリング調査<sup>1)</sup>を行っている。2004年4月から採取装置を湿性沈着と乾性沈着を分けて採取する降水時開放型採取装置に変更した<sup>2)</sup>。なお、2008年からは、湿性沈着のみ調査を行っており、乾性沈着の結果については、既報<sup>3)</sup>を参照されたい。本報では2015年度の調査結果について報告する。

#### 調査方法及び分析方法

##### 1 調査地点及び降水採取方法

図1に調査地点を示した。苓北町(苓北町立志岐小学校)、八代市(八代市役所)、阿蘇市(熊本県阿蘇保健所)及び宇土市(熊本県保健環境科学研究所)で小笠原計器製降水採取器US-300型を用い、1週間ごとに降水の回収を行った。なお、八代市は2015年6月1日から2016年3月14日まで、苓北町は2016年3月7日から2016年4月4日まで、雨水採水装置の故障により、欠測とした。よって、2015年度において、八代市は欠測期間が長期に及ぶため参考値扱いとした。

また、調査月の区切りと降水試料の回収日は、酸性雨全国調査実施要領<sup>4)</sup>の別表月割り表に従った。

##### 2 分析方法

pH測定は東亜ディーケーケー製HM-30R(2016年3月分からHM-42Xに変更。以下同様。)を用い、複合電極はGST-5741C(GST-5841C)を使用した。電気伝導度(以下「EC」という。)測定には東亜ディーケーケー製CM-30R(CM-42X)を用い、電導度セルはCT-57101(CT-58101B)を使用した。なお、pH及びECは恒温水槽を使用して25℃で測定した。

イオン成分分析はダイオネクス製ICS-1600を用い、イオンクロマトグラフ法で行った。ICS-1600の分析条件は、カチオンではDionex IonPacTM CS16のカラムを用いた。溶離液として30mMメタンスルホン酸溶液を用い、流速1.0mL/minで分析を行った。また、アニオンではDionex IonPacTM AS23のカラムを用いた。溶離液として4.5mM Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>、0.5mM NaHCO<sub>3</sub>混合溶液を用い、流速1.2mL/min

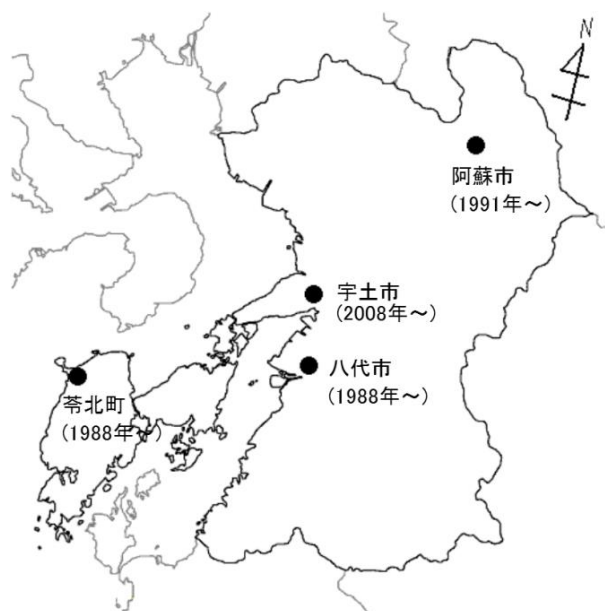


図1 調査地点

で分析を行った。

#### 調査結果及び考察

##### 1 前年度<sup>5)</sup>との比較

表1に2015年度の調査4地点におけるイオン成分総括表を示した。降水量は貯水量から算出した。平均pH、平均EC及び平均イオン成分濃度は、分析に供した降水量との加重平均により算出した。

年間降水量は2014年度と比べ、苓北町は220.9mmと減少した。阿蘇市529.1mm、宇土市637.8mmと、それぞれ増加した。なお、苓北町では、2015年度3月の欠測分を考慮に入れ比較すると、143.6mm減少した。また、阿蘇市の年間降水量の増加は、2014年度と比較し、6月が顕著であった。これは、2014年6月が少雨傾向<sup>5)・6)</sup>であったことに加え、2015年6月に梅雨前線が活発化したことによる大雨<sup>7)</sup>により2015年度の増加量を押し上げた。

pHの年平均値は、苓北町4.91、阿蘇市4.60、宇土市4.81であり、特に阿蘇市が0.34上昇した。

ECの年平均値は、苓北町60μS/cm、阿蘇市18μS/cm、宇土市13μS/cmであり、2014年度と比べ、特に、苓北町は37μS/cm増加し、阿蘇市は17μS/cm減少した。

表1 イオン成分総括表<sup>注1)</sup>

調査地点		pH	EC μS/cm	Cl <sup>-</sup> μg/mL	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> μg/mL	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> μg/mL	H <sup>+</sup> μg/mL	Na <sup>+</sup> μg/mL	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> μg/mL	K <sup>+</sup> μg/mL	Mg <sup>2+</sup> μg/mL	Ca <sup>2+</sup> μg/mL	年間降水量 <sup>注2)</sup> mm
荅北町 <sup>注3)</sup>	平均	4.91 (4.81)	60 (23)	13 (3.0)	0.38 (0.75)	2.6 (1.7)	0.012 (0.015)	7.3 (1.7)	0.10 (0.21)	0.37 (0.19)	0.94 (0.22)	0.41 (0.24)	1553.1
	n=38 最高	5.23	200	48	4.5	7.4	0.055	27	0.92	1.3	3.4	1.3	(1774.0)
	最低	4.26	5.0	0.27	0.13	0.37	0.0059	0.16	0.019	0.017	0.022	0.040	
八代市 <sup>注4)</sup>	平均	4.61 (4.67)	22 (17)	0.77 (0.58)	1.2 (0.82)	2.3 (1.8)	0.024 (0.021)	0.21 (0.33)	0.46 (0.34)	0.061 (0.041)	0.038 (0.046)	0.21 (0.15)	312.8
	n=9 最高	4.96	24	1.3	1.6	2.8	0.030	0.47	1.0	0.12	0.056	0.32	(1606.5)
	最低	4.53	20	0.36	0.93	2.0	0.011	0.17	0.37	0.043	0.0289	0.17	
阿蘇市	平均	4.60 (4.26)	18 (35)	0.81 (1.9)	0.52 (0.78)	1.5 (2.3)	0.025 (0.054)	0.22 (0.30)	0.26 (0.34)	0.063 (0.073)	0.050 (0.085)	0.15 (0.32)	2728.3
	n=41 最高	5.09	50	3.4	1.5	4.2	0.072	0.59	0.66	0.77	0.24	0.73	(2199.2)
	最低	4.14	10	0.26	0.29	0.79	0.0082	0.065	0.18	0.018	0.015	0.045	
宇土市	平均	4.81 (4.65)	13 (16)	0.68 (0.56)	0.54 (0.75)	1.1 (1.6)	0.016 (0.023)	0.39 (0.29)	0.20 (0.26)	0.040 (0.041)	0.053 (0.044)	0.088 (0.11)	2412.9
	n=43 最高	5.16	32	3.4	1.8	2.7	0.036	2.0	0.53	0.22	0.25	0.28	(1775.1)
	最低	4.44	6.0	0.10	0.31	0.46	0.0069	0.052	0.11	0.012	0.0095	0.036	

注1) n: 検体数。平均は分析に供した雨水の降水量を基に加重平均により算出。表中の最高値及び最低値は、月平均(荷重平均)値から抽出。  
( ) 内: 2014年度の成分荷重平均濃度及び降水量。

注2) 測定地点で回収した雨水重量より計算した値(小数第2位を四捨五入し、小数第1位まで表記)。

注3) 2016年3月7日~2016年4月4日まで、欠測。

注4) 2015年6月1日~2016年3月14日まで、欠測。なお、欠測期間が長期に及ぶため、年間値は参考扱い。

イオン成分のうち、主に海塩由来成分である Cl<sup>-</sup>、Na<sup>+</sup> 及び Mg<sup>2+</sup> の年平均濃度は、荅北町が最も高く、2014年度より、それぞれ約 330% 増の値を示した。荅北町のイオン成分が著しく増加したのは、荅北町が天草西海に面しており、8月25日に台風15号が16年ぶりに熊本県内に上陸したため<sup>8)</sup>、ECの増加も含めて、海塩の影響を受けたものと考えられる。

## 2 経月変化

表2に2015年度の各調査地点における月平均 pH 及び EC と月別イオン成分沈着量を、図2に2015年度の月間沈着量に対する各イオン成分沈着量の占める割合を示した。月平均 pH 及び EC は、月別降水量との荷重平均により算出し、イオン成分沈着量は、各イオン成分濃度に対し、分析に供した降水量を乗じて算出した。

月平均 pH では、阿蘇市(4月)の4.14が最も低く、荅北町(1月)の4.26、宇土市(10月)の4.44の順であった。なお、阿蘇市の pH の月別変化を2014年度<sup>5)</sup>と比較すると、2014年度に明らかとなった冬季の著しい低下が見られなかった。これは、2014年11月25日に阿蘇中岳が噴火して以降、その火山性ガスが、pH の低下に影響を与えてきたものの、2015年度は、火山活動の落ち着きと

ともに、その影響が小さくなったということが示唆される。

また、ECについては、pH が低い月には総じて、EC が高くなっている。ただし、荅北町では、8月に最も高くなっており台風の影響があったと考えられる。

イオン成分沈着量は、荅北町の8月の1200 meq/m<sup>2</sup>が極めて多く、前述の台風の影響によるものと考えられる。4地点の年間沈着量を比較すると、荅北町が1400 meq/m<sup>2</sup>と最も多く、以下、阿蘇市、宇土市の順であった。

さらに、図2により、荅北町における Cl<sup>-</sup> と Na<sup>+</sup> のイオン成分沈着量の割合が他のイオン成分沈着量と比較すると多いが、これは海塩由来と推測される。一方、山間部である阿蘇市の Na<sup>+</sup> に対して Cl<sup>-</sup> のイオン成分沈着量が2013年度から非常に多く、バランスが取れていなかったが<sup>1)</sup>、2015年度の9月頃からは、Na<sup>+</sup> と Cl<sup>-</sup> のイオン成分沈着量の差が小さくなった。ここで本県では、火山性ガスが阿蘇地域の Cl<sup>-</sup> 濃度に影響を与えていることを報告している<sup>9)</sup>。このことから、火山活動の落ち着きが示唆された。この点からも、pH と同様に火山活動の影響について注視して必要がある。

また、降水の酸性化成分である SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> について、海塩由来の ss-SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> を除いた非海塩性成分 nss-SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> 月間沈着量の経月推移を図3に示した。図3から、nss-SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> 月間沈

表2 月平均（加重平均）pH及びECと月別イオン成分沈着量<sup>注1)</sup>

調査地点	月	試料数	降水量 <sup>注2)</sup>	pH	EC	Cl	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	H <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	月間沈着量
			mm		μS/cm	meq/m <sup>2</sup>	meq/m <sup>2</sup>	meq/m <sup>2</sup>	meq/m <sup>2</sup>	meq/m <sup>2</sup>	meq/m <sup>2</sup>	meq/m <sup>2</sup>	meq/m <sup>2</sup>	meq/m <sup>2</sup>	
荅北町 <sup>注3)</sup>	4月	3	99.6	4.65	33	11	1.5	5.0	2.2	10	1.6	0.79	2.5	1.4	36
	5月	4	86.6	4.70	15	1.9	0.57	2.1	1.7	1.7	0.41	0.16	0.52	0.37	9.4
	6月	4	435.4	5.23	5.0	3.3	1.2	3.4	2.5	3.0	1.4	0.19	0.78	0.87	17
	7月	4	216.1	4.95	13	8.4	1.2	4.0	2.4	7.8	1.3	0.35	1.9	1.0	28
	8月	4	376.1	4.91	200	510	0.77	58	4.6	440	0.41	12	110	25	1200
	9月	2	76.2	4.90	17	5.5	0.34	1.6	0.96	4.7	0.21	0.17	1.2	0.57	15
	10月	2	13.3	4.57	58	2.5	0.96	1.4	0.36	2.2	0.68	0.095	0.83	0.66	10
	11月	4	107.2	4.93	8	1.2	0.50	1.4	1.2	1.0	0.46	0.052	0.27	0.24	6.3
	12月	4	86.5	4.83	22	6.4	0.83	2.1	1.2	5.8	0.83	0.15	1.4	0.62	19
	1月	4	17.8	4.26	120	11	0.94	2.5	0.97	9.2	0.82	0.23	2.2	0.72	29
	2月	3	38.3	4.73	42	7.8	0.60	1.9	0.70	6.7	0.54	0.19	1.6	0.83	21
	3月	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	年間合計	38	1553.1			570	9.4	83	19	490	8.7	14	120	32	1400
八代市 <sup>注4)</sup>	4月	3	135.0	4.68	24	4.8	3.0	7.4	2.8	1.0	3.4	0.24	0.49	1.6	25
	5月	4	153.3	4.53	20	1.6	2.3	6.4	4.5	1.4	3.2	0.17	0.36	1.3	21
	6月	0	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	7月	0	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	8月	0	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	9月	0	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	10月	0	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	11月	0	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	12月	0	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	1月	0	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	2月	0	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	3月	2	24.5	4.96	20	0.42	0.63	1.4	0.27	0.50	1.4	0.076	0.11	0.40	5
	年間合計	9	312.8			6.8	5.9	15	7.6	2.9	8.0	0.49	1.0	3.3	51
阿蘇市	4月	3	134.1	4.14	52	13	2.4	12	9.6	3.3	3.9	0.73	2.6	4.9	52
	5月	4	162.1	4.34	26	3.3	1.7	7.3	7.3	0.56	2.7	0.20	0.57	1.0	25
	6月	4	732.1	4.81	11	5.5	5.0	16	11	2.1	8.7	0.33	1.0	2.1	52
	7月	4	460.7	4.61	16	10	2.2	8.7	11	1.6	5.0	0.23	0.58	1.0	40
	8月	6	456.1	4.54	20	13	3.8	12	13	5.1	5.1	1.4	2.1	3.7	59
	9月	2	150.4	4.58	22	2.8	1.0	8.4	4.0	1.2	2.2	0.13	0.84	3.2	24
	10月	2	30.0	4.92	22	1.0	0.66	1.9	0.36	0.68	1.1	0.59	0.34	0.92	8
	11月	4	184.4	5.09	10	5.4	1.3	3.0	1.5	4.7	2.4	0.29	1.2	0.71	21
	12月	4	132.5	4.73	15	3.0	1.1	3.9	2.5	2.8	1.3	0.11	0.70	0.75	16
	1月	2	29.9	4.58	24	0.58	0.72	1.5	0.79	0.59	1.0	0.05	0.16	0.21	6
	2月	3	144.0	4.91	10	3.0	1.3	4.3	1.8	2.9	2.5	0.17	0.78	1.3	18
	3月	3	112.0	4.31	31	3.0	1.7	6.2	5.4	0.84	2.9	0.20	0.41	1.3	22
	年間合計	41	2728.3			64	23	85	68	26	39	4.4	11	21	340
宇土市	4月	3	136.8	4.51	24	3.3	2.0	6.7	4.2	2.9	2.1	0.16	0.90	1.6	24
	5月	4	158.1	4.50	19	1.1	1.7	5.7	5.0	0.66	1.8	0.10	0.22	0.43	16.7
	6月	4	713.6	5.09	6.0	2.1	3.5	6.8	5.7	1.6	4.5	0.22	0.56	1.3	26
	7月	4	346.9	4.83	12	3.6	2.9	7.5	5.1	3.5	4.7	0.19	0.88	0.84	29
	8月	5	437.4	4.61	30	18	2.5	7.1	4.6	16	3.6	1.1	3.9	2.0	59
	9月	2	119.6	5.16	12	4.0	0.77	2.0	0.82	3.7	0.86	0.11	0.87	0.39	14
	10月	2	17.5	4.44	32	0.61	0.50	0.98	0.63	0.50	0.52	0.031	0.14	0.25	4
	11月	4	135.6	5.00	7.0	1.4	0.89	1.4	1.3	1.3	0.90	0.047	0.32	0.30	7.9
	12月	4	93.5	4.89	11	1.6	0.72	1.6	1.2	1.5	0.77	0.046	0.38	0.37	8
	1月	3	39.9	4.64	18	2.1	0.93	2.0	0.90	2.0	0.91	0.084	0.48	0.42	10
	2月	4	142.2	4.86	12	2.3	1.0	2.7	1.8	2.0	1.5	0.088	0.53	0.78	13
	3月	4	71.8	4.57	20	0.84	1.3	2.9	1.9	0.71	1.6	0.091	0.30	0.87	11
	年間合計	43	2412.9			41	19	47	33	36	24	2.3	9.5	10	220

注1) イオン成分沈着量は、有効数字2桁で表記。

注2) 測定地点で回収した雨水重量より計算した値(小数第2位を四捨五入し、小数第1位まで表記)。

注3) 2016年3月7日～2016年4月4日まで、欠測。

注4) 2015年6月1日～2016年3月14日まで、欠測。欠測期間が長期に及ぶため、年間値は参考扱い。

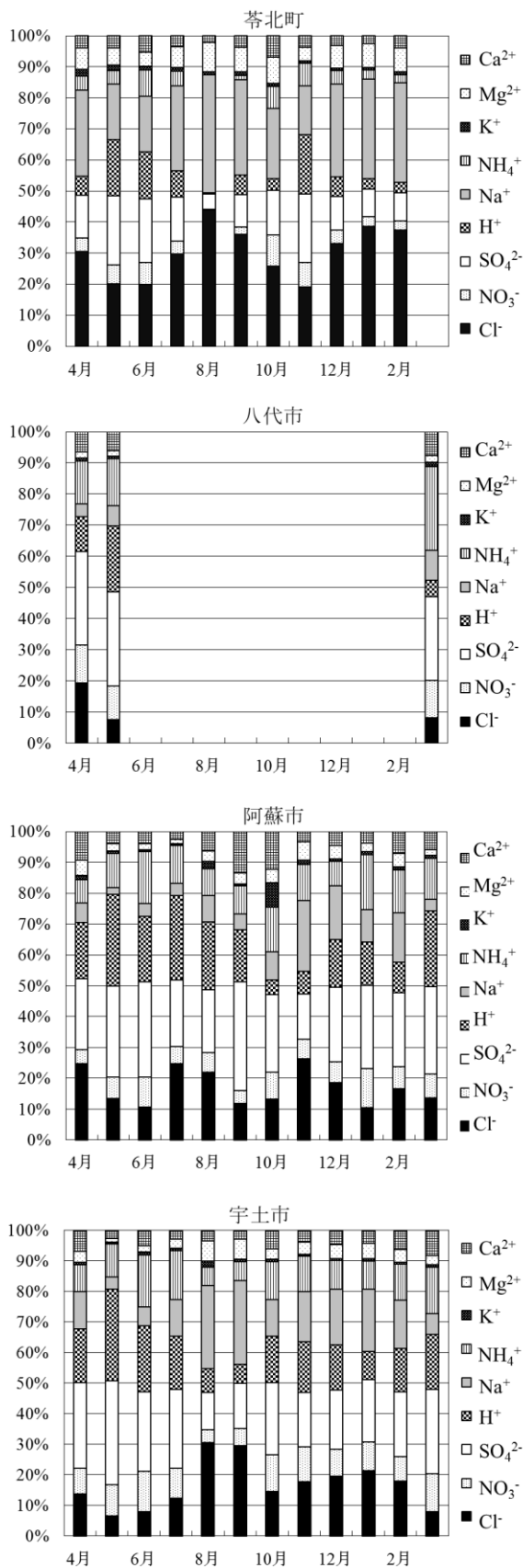


図2 月間沈着量に対する各イオン成分沈着量の割合

着量は阿蘇市以外の地点では、ほぼ同様な季節変動を示した。一方、阿蘇市は4月、6月及び3月の沈着量が他の地点に比べて多く、異なる傾向を示した。阿蘇市については、年間変動も大きく、人為的な発生源も少ないため、本県では、阿蘇中岳の火山灰からの $\text{SO}_4^{2-}$ の溶出について報告しており<sup>9)</sup>、火山活動の影響が示唆された。

また、九州北部では、冬季には季節風の影響を強く受け、大陸からの移流の影響があると考えられ<sup>10)</sup>、本県でも、春先に季節風の影響があったと推測される。なお、 $\text{nss-SO}_4^{2-}$ は中国の排出量と相関関係にあることが報告<sup>11)</sup>されている。

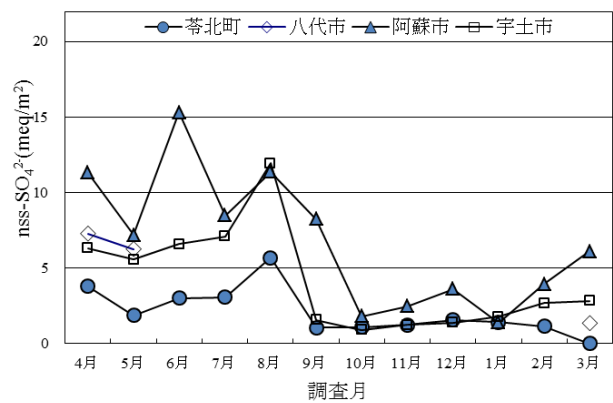


図3  $\text{nss-SO}_4^{2-}$ 月間沈着量の推移

### 3 経年変化

調査開始年度から2015年度までの苓北町、八代市、阿蘇市及び宇土市における年間降水量及び平均pHの推移を図4に、また、2008年度からの平均pH、EC及びイオン成分年間沈着量の推移を表3にそれぞれ示した。なお、調査開始(1989年度)からのデータは既報<sup>5)</sup>を参照されたい。

2000年度以降、苓北町、八代市及び阿蘇市はpHが低下傾向にあったが、2007年度を境に再び上昇傾向に転じた。

その後、上昇・下降を繰り返しながら推移しており、今年度は八代市を除いた3地点は上昇した。

特に、阿蘇市は2011年度から下降に転じ、2014年度は急激に低下したが、2015年度は再び上昇している。これは、前述したように火山活動が影響していると考えられる。

次に、 $\text{nss-SO}_4^{2-}$ 年間沈着量の経年推移を図5に示した。調査開始から2007年度までは、苓北町は八代市及び阿蘇市より低値で推移した。しかし、2007年度以降八代市は減少傾向に転じたため、現在では、八代市、苓北町及び宇土市の3地点は差が小さくなってきている。一方、阿蘇市

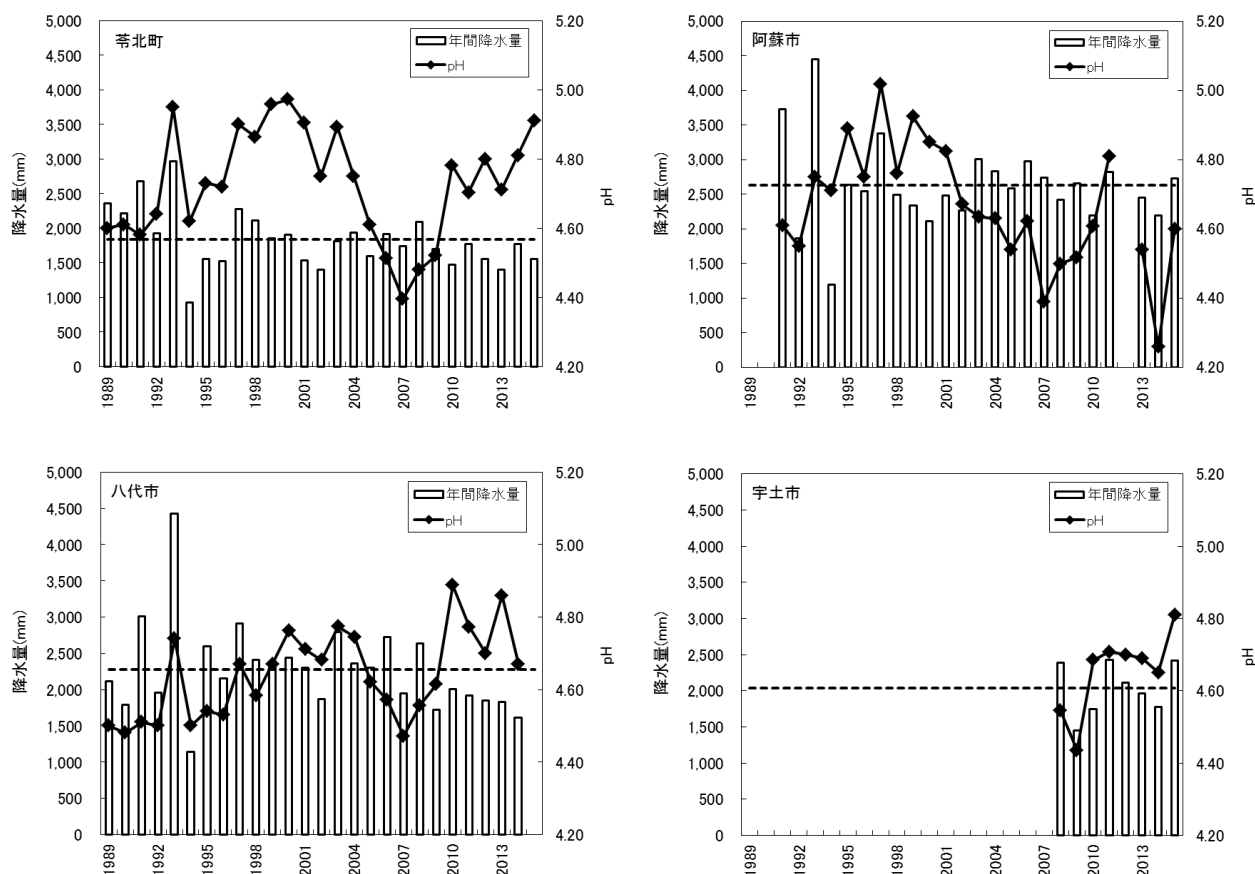


図4 年間降水量及び年平均 pH の推移

※) 阿蘇市 (2012年度) 及び八代市 (2015年度) は、長期間欠測のため、グラフから除外した。

※※) 破線：調査開始年度から 2015 年度までの平均降水量(阿蘇市及び八代市は長期間欠測の年度を除く)

は、2008 年度以降、濃度が減少してきたが、2011 年度から濃度が増加傾向に転じている。このうち、阿蘇市の 2014 年度の  $\text{nss-SO}_4^{2-}$  の増加の要因については、阿蘇火山の活動が活発になったことによる火山性ガス中に含まれる二酸化硫黄の排出量<sup>12)</sup>の増加が影響していると考えられる。

### 謝辞

本調査において、多大な御協力をいただいた荅北町企画政策課及び八代市市民環境部環境課の関係各位に謝意を表します。

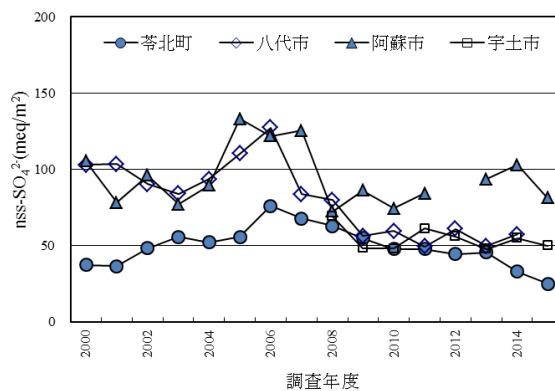


図5  $\text{nss-SO}_4^{2-}$  年間沈着量の推移



表3 イオン成分年間沈着量の推移

調査地点	年度	年間降水量 mm	pH	EC μS/cm	Cl <sup>-</sup> meq/m <sup>2</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> meq/m <sup>2</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> meq/m <sup>2</sup>	H <sup>+</sup> meq/m <sup>2</sup>	Na <sup>+</sup> meq/m <sup>2</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> meq/m <sup>2</sup>	K <sup>+</sup> meq/m <sup>2</sup>	Mg <sup>2+</sup> meq/m <sup>2</sup>	Ca <sup>2+</sup> meq/m <sup>2</sup>	年間沈着量 meq/m <sup>2</sup>
苓北町	2008	2089.4	4.48	21	110	27	74	64	91	25	4.0	22	15	430
	2009	1700.2	4.52	25	130	27	68	51	110	24	6.3	26	16	460
	2010 <sup>注1)</sup>	1474.6	4.78	25	120	26	61	24	110	25	6.9	26	21	420
	2011	1771.9	4.70	21	90	24	57	36	100	22	6.2	19	17	370
	2012	1555.8	4.80	23	100	22	55	27	90	23	7.5	22	16	360
	2013	1400.4	4.71	26	110	21	58	27	100	19	6.7	21	22	390
	2014 <sup>注2)</sup>	1774.0	4.81	23	110	15	44	19	93	15	5.9	22	15	330
	2015 <sup>注3),注4)</sup>	1553.1	4.91	60	570	9.4	83	19	490	8.7	14	120	32	1400
八代市	2008	2631.3	4.56	16	54	31	85	71	46	41	3.0	10	14	360
	2009	1715.7	4.61	17	48	29	61	41	42	37	2.3	10	18	290
	2010	2004.0	4.89	15	58	34	66	26	52	45	2.5	13	21	320
	2011	1912.4	4.77	15	29	24	52	35	24	32	1.8	5.7	13	220
	2012	1848.0	4.70	17	46	26	66	35	39	35	2.0	9.9	17	270
	2013	1825.4	4.86	14	45	23	54	25	40	33	2.8	11	18	250
	2014 <sup>注1)</sup>	1606.5	4.67	17	27	21	60	34	23	30	1.7	6.1	12	210
	2015 <sup>注5)</sup>	312.8	4.61	22	6.8	5.9	15	7.6	2.9	8.0	0.5	1.0	3.3	51
阿蘇市	2008 <sup>注6)</sup>	2424.6	4.50	15	37	23	75	74	21	37	4.3	6.6	13	290
	2009	2655.3	4.52	16	55	33	90	80	32	48	6.3	10	19	370
	2010	2190.9	4.61	19	60	33	80	50	33	49	4.0	9.5	22	350
	2011	2823.3	4.81	14	42	34	90	40	28	49	7.7	10	24	320
	2012 <sup>注7)</sup>	1056.2	4.60	21	27	13	40	30	16	22	6.0	6.0	13	170
	2013	2455.9	4.54	23	88	44	99	70	48	67	8.9	16	29	470
	2014 <sup>注1)</sup>	2199.2	4.26	35	120	28	110	120	29	42	4.1	15	35	500
	2015	2728.3	4.60	18	64	23	85	68	26	39	4.4	11	21	340
宇土市	2008	2389.6	4.55	16	38	25	72	65	29	35	2.8	8.0	13	290
	2009 <sup>注8)</sup>	1446.2	4.44	19	36	23	52	53	29	29	1.6	7.7	11	240
	2010	1744.1	4.69	16	31	22	51	36	25	32	1.6	6.6	11	220
	2011	2427.2	4.71	14	33	25	64	48	25	34	2.4	6.0	10	250
	2012	2106.8	4.70	16	44	23	60	42	36	34	2.6	8.8	11	260
	2013 <sup>注9)</sup>	1968.3	4.69	15	31	22	51	36	26	27	1.7	6.7	10	220
	2014	1775.1	4.65	16	28	21	57	40	23	25	1.9	6.3	10	210
	2015	2412.9	4.44	6.0	41	19	47	33	36	24	2.3	9.5	10	220

注1) 試料未回収週を含む。  
 注2) 2014年7月22日から2014年10月6日まで降水量のみ測定。  
 注3) 台風が影響したと考えられる降水試料を含めて計算した結果。  
 注4) 2016年3月7日から2016年4月4日まで欠測。  
 注5) 2015年6月1日から2016年3月14日まで欠測。  
 注6) 欠測月(9月, 10月)を含む。  
 注7) 2012年7月2日から2013年2月24日まで欠測。  
 注8) 欠測月(2月, 3月)を含む。  
 注9) 2013年9月2日から2013年12月2日まで降水量のみ測定分, 2014年1月24日から2月10日までの欠測を含む。

文献

- 今村 修, 久保 清; 熊本県衛生公害研究所報, 19, 53 (1989).
- 緒方和博, 矢野弘道, 上野一憲, 今村 修; 熊本県保健環境科学研究所報, 35, 91 (2005).
- 松本依子, 上野一憲, 今村 修; 全国環境研会誌, 33(4), 219 (2008).
- 全国環境研協議会・酸性雨広域大気汚染調査研究会; 酸性雨全国調査実施要領(平成27年度), (2015).
- 宮本 俊, 古澤尚英; 熊本県保健環境科学研究所報, 44, 96 (2014).
- 熊本地方气象台; 気象月報, 6月, (2014).
- 熊本地方气象台; 気象月報, 6月, (2015).
- 熊本地方气象台; 気象月報, 8月, (2015).
- 今村 修, 矢澤 吉邦; 熊本県衛生公害研究所報, 21, 63 (1991).
- 九州衛生環境技術協議会大気分科会, 山口県環境保健センター; 九州・沖縄・山口地方酸性雨共同調査研究第Ⅲ期調査報告書(平成25年7月), 11 (2013).
- 大石興弘, 濱村健吾, 藤川和浩, 村野健太郎; 大気環境学会誌, 49(4), 198 (2014).
- 阿蘇山火山防災連絡事務所ホームページ「最近のガス観測」<http://www.jma-net.go.jp/aso/gas/gas.html>

## 6) 熊本県内における放射能調査 (平成 27 年度)

古澤 尚英 宮本 俊

### はじめに

熊本県では平成元年度から科学技術庁 (現原子力規制庁) の委託を受け環境放射能水準調査 (以下「放射能調査」) を実施している<sup>1)</sup>。平成 27 年度の調査結果を取りまとめたので報告する。

### 調査方法

調査項目及び測定方法は「放射能水準調査委託実施計画書 (平成 27 年度)」及び既報<sup>1)</sup>に基づいた。測定装置は次のとおりである。モニタリングポストによる空間放射線量率調査はアロカ MAR-22, 定時降水中の全ベータ放射能測定調査はアロカ JDC-3201B (ベータ線自動測定装置), ゲルマニウム半導体検出器によるガンマ線放出核種分析調査はキャンベラジャパン GC-3018 及び GC-3020 をそれぞれ用いた。

### 調査結果

宇土市他 5 地点における空間放射線量率調査の結果を表 1-1, 1-2 に示した。県内における空間線量率調査結果は過去の値と同程度であった。調査地点を比較すると宇土市以外の地点の調査結果は宇土市より高い値を示しているが, これは宇土市の地点が地上 14.5m であるのに対し, 宇土市以外の地点は地上 1m 付近に設置されていること, これに加えて周囲の建物・地質等の立地条件に由来する放射線量の違いを反映しているものと考えられる。ただし, これら調査結果は, 九州の他の地点の平均値データ<sup>2)</sup> (43 地点: 16~60nGy/h) と比較して特に高いレベルではなかった。モニタリングポストとの比較として, 宇土市で月 1 回サーベイメータによる地上 1m での空間放射線量率調査を実施したが 37~54nGy/h 前後の低い濃度レベルで推移していた。

また, 7 月は 6 地点全てにおいて最大の線量率が見られ, 荒尾市, 熊本市及び水俣市の 3 地点では前年度までの値より大きかった。九州各県の日平均値<sup>2)</sup>, 及び 10 分間値<sup>3)</sup>では, 九州各県で 7 月 1 日の未明~昼前にかけて高い線量率であった。7 月 1 日は九州北部を中心に豪雨であり, 熊本では 135.5mm/日 を記録していた<sup>4)</sup>。このことから, 上空に存在していた自然放射線核種が降雨により地上まで下りてきたことが原因で,

線量率は高い値が観測されたと考えられた。

宇土市における定時降水中の全ベータ放射能測定調査の結果を表 2 に示した。測定した 106 検体から検出はされなかった。

核種分析調査結果を表 3, 4 に示した。平成 23 年度に検出された<sup>5)</sup>人工放射性核種  $^{134}\text{Cs}$ ,  $^{131}\text{I}$  は平成 24 年度<sup>6)</sup>以降検出されていない。

人工放射性核種である  $^{137}\text{Cs}$  は, 土壌及び荒茶から検出されたが, いずれも福島原発事故前の検出値の範囲内の値であった。

特に, 土壌 (草地) の表層部 (0~5cm) では, 31Bq/kg 乾土と, 福島原発事故以前の全国データ (平成 22 年度草地採取分, 平均 11Bq/kg 乾土, 濃度範囲 0.87~50 Bq/kg 乾土)<sup>2)</sup>と比較すると高い濃度レベルで検出されているが, これはプルトニウムの同位体比調査から長崎に投下された原子爆弾由来と考えられている<sup>7)</sup>。ここで,  $^{137}\text{Cs}$  の半減期は約 30 年であるため現在でも検出されている。なお,  $^{40}\text{K}$  は分析したほぼ全ての環境試料から検出されているが,  $^{40}\text{K}$  は自然放射性核種の代表核種であり, 環境中に広く存在しているためである。

福島原発事故を受けたモニタリング強化策として宇土市で採取した蛇口水 (平日 1.5L 採取し, 四半期単位で 1 試料とする) のゲルマニウム半導体検出器によるガンマ線放出核種分析調査を行ったが, 人工放射性核種は検出されなかった。

また, 北朝鮮の地下核実験に伴うモニタリング強化として, 平成 27 年度 1 月 6 日~1 月 14 日の期間, 大気浮遊じん, 及び降下物についてゲルマニウム半導体検出器を用いた核種分析を行ったが, 人工放射線核種は検出されなかった。

### まとめ

平成 27 年度の熊本県における環境放射能水準調査の空間放射線量率及び全ベータ放射能の結果に異常は認められなかった。

なお, 福島原発事故の影響と推定される  $^{134}\text{Cs}$  及び  $^{131}\text{I}$  は, 平成 24 年度以降検出されていない。

謝辞

本調査にあたり、試料提供に御協力いただきました熊本県農業研究センターの生産環境研究所、茶業研究所、球磨農業研究所及び畜産研究所の関係各位に謝意を表します。

参考資料

- 1) 上野一憲, 塘岡 穰, 久保 清 : 熊本県衛生公害研究所報, 20, 55 (1990).
- 2) (公財) 日本分析センター : 環境放射線データベース  
<http://search.kankyo-hoshano.go.jp/servlet/search.top>
- 3) 原子力規制委員会 : 放射線モニタリング情報

<http://radioactivity.nsr.go.jp/map/ja/download.html>

- 4) 気象庁 : 過去の気象データ  
<http://www.data.jma.go.jp/obd/stats/etrn/index.php>
- 5) 村岡俊彦, 豊永悟史, 北岡宏道 : 熊本県保健環境科学研究所報, 41, 89 (2011).
- 6) 村岡俊彦, 豊永悟史, 北岡宏道 : 熊本県保健環境科学研究所報, 42, 134 (2012).
- 7) Y.Saito-Kokubu, K.Yasuda, M.magara, Y.Miyamaoto, S.Sakurai, S.Usuda, H.Yamazaki, S.Yoshikawa: *Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry*, 273, 183 (2007).

表 1-1 モニタリングポストによる空間線量率調査結果 (調査地点 : 宇土市, 荒尾市, 八代市) (nGy/h)

調査地点	宇土市 (地上高14.5m)			荒尾市 (地上高1m)			八代市 (地上高1m)				
	採取年月	最低値	最高値	平均値	最低値	最高値	平均値	最低値	最高値	平均値	
平成27年	4月	26	43	28	31	53	34	48	73	52	
	5月	27	53	29	32	63	35	49	81	52	
	6月	26	56	31	31	80	37	49	81	54	
	7月	26	74	28	31	118	34	48	111	52	
	8月	24	53	28	31	86	34	49	75	52	
	9月	26	46	28	31	86	34	49	75	52	
	10月	26	37	28	32	52	34	49	75	52	
	11月	26	40	29	31	56	34	49	66	52	
	12月	27	39	29	31	48	34	49	71	52	
	平成28年	1月	27	45	29	32	55	35	49	79	52
		2月	27	42	28	31	44	34	49	68	52
		3月	27	48	28	32	58	34	49	82	52
年間値		24	74	28	31	118	34	48	111	52	
平成12~26年度の値 <sup>※1,2</sup>		21	78	28	31	105	35	49	121	53	

※1 : 宇土市は平成7年3月から実施しているが、平成11年度以前は測定単位が異なるために除外。

表 1-2 モニタリングポストによる空間線量率調査結果 (調査地点 : 熊本市, 天草市, 水俣市) (nGy/h)

調査地点	熊本市 (地上高1m)			天草市 (地上高1m)			水俣市 (地上高1m)				
	採取年月	最低値	最高値	平均値	最低値	最高値	平均値	最低値	最高値	平均値	
平成27年	4月	35	60	38	46	71	49	39	67	42	
	5月	35	63	38	47	95	50	40	73	43	
	6月	35	76	40	47	92	53	39	95	46	
	7月	35	133	37	46	103	49	39	108	42	
	8月	34	60	37	47	74	50	40	64	43	
	9月	35	72	37	46	71	50	40	68	43	
	10月	34	61	37	47	68	50	40	84	44	
	11月	35	52	38	47	70	50	40	68	43	
	12月	35	51	37	47	73	49	40	63	42	
	平成28年	1月	35	62	38	42	81	50	37	74	44
		2月	35	51	37	46	78	49	40	59	42
		3月	35	65	37	47	80	49	40	72	42
年間値		34	133	38	42	103	50	37	108	43	
平成24~26年度の値		35	115	38	45	108	50	38	95	43	

表2 定時降水中の全ベータ放射能調査結果（調査地点：宇土市）

採取年月	全ベータ放射能				
	降水量 ( mm )	測定数 ( 回 )	最低値 ( Bq/L )	最高値 ( Bq/L )	月間降下量 ( MBq/km <sup>2</sup> )
平成27年 4月	144.1	11	ND	ND	ND
5月	160.0	8	ND	ND	ND
6月	814.1	20	ND	ND	ND
7月	208.5	12	ND	ND	ND
8月	325.5	13	ND	ND	ND
9月	155.1	7	ND	ND	ND
10月	48.7	4	ND	ND	ND
11月	123.8	8	ND	ND	ND
12月	84.4	7	ND	ND	ND
平成28年 1月	81.1	5	ND	ND	ND
2月	79.5	4	ND	ND	ND
3月	45.0	7	ND	ND	ND
年間値	2269.8	106	ND	ND	ND
平成元～26年度の値			ND	7.4	ND～42 <sup>※2</sup>

ND：不検出（測定値が計数誤差の3倍未満）

※1：庁舎移転に伴い、平成7年3月から熊本市から宇土市へ調査地点を移動した。

※2：月間降下量の過年度の値は、各年度毎の月間最大値の範囲を示す。

表3 ゲルマニウム半導体検出器によるガンマ線放出核種分析調査結果 (<sup>137</sup>Cs, <sup>134</sup>Cs)

試料名	調査地点	採取年月	検体数	<sup>137</sup> Cs						<sup>134</sup> Cs						単位
				平成27年度		平成元～原発事故前		原発事故後～平成26年度		平成27年度		平成元～原発事故前		原発事故後～平成26年度		
				最低値	最高値	最低値	最高値	最低値	最高値	最低値	最高値	最低値	最高値	最低値	最高値	
大気浮遊じん	宇土市	平成27年 4月 ～平成28年 3月	4	ND	ND	ND	ND	ND	0.050	ND	ND	ND	ND	ND	0.045	mBq/m <sup>3</sup>
月間降下物	宇土市	平成27年 4月 ～平成28年 3月	12	ND	ND	ND	0.36	ND	0.12	ND	ND	ND	ND	ND	0.11	MBq/km <sup>2</sup>
蛇口水	宇土市	平成27年 6月	1	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	mBq/L
土壌 (草地)	0～5cm	西原村	平成27年 8月	1	31	36	96	32	42	ND	ND	ND	ND	ND	ND	Bq/kg乾土
					540	640	23000	410	730	ND	ND	ND	ND	ND	ND	MBq/km <sup>2</sup>
	5～20cm	西原村	平成27年 8月	1	12	9.6	20	13	18	ND	ND	ND	ND	ND	ND	Bq/kg乾土
					790	640	1400	780	1200	ND	ND	ND	ND	ND	ND	MBq/km <sup>2</sup>
精米	合志市	平成27年10月	1	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	Bq/kg精米	
野菜	大根	合志市	平成27年 6月	1	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	Bq/kg生
	ハウレン草	合志市	平成27年 5月	1	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	
荒茶	御船町 あさぎり町	平成27年 5月 平成27年 5月	2	ND	0.27	ND	1.4	ND	0.54	ND	ND	ND	ND	ND	0.30	Bq/kg乾物
原乳	合志市	平成27年 8月	1	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	Bq/L

ND:不検出(測定値が計数誤差の3倍未満)

※平成23年3月11日に原発事故が発生し、平成22年度大気浮遊じん第4四半期及び月間降下物(3月)、平成23年度大気浮遊じん第1四半期、月間降下物(4～6月)及び荒茶の調査の一部については影響があったものと推測される。

表4 ゲルマニウム半導体検出器によるガンマ線放出核種分析調査結果 (<sup>131</sup>I, <sup>40</sup>K)

試料名	調査地点	採取年月	検体数	<sup>131</sup> I						<sup>40</sup> K						単位
				平成27年度		平成元～原発事故前		原発事故後～平成26年度		平成27年度		平成元～原発事故前		原発事故後～平成26年度		
				最低値	最高値	最低値	最高値	最低値	最高値	最低値	最高値	最低値	最高値	最低値	最高値	
大気浮遊じん	宇土市	平成27年 4月 ～平成28年 3月	4	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.10	ND	0.58	0.057	0.099	mBq/m <sup>3</sup>
月間降下物	宇土市	平成27年 4月 ～平成28年 3月	12	ND	ND	ND	ND	ND	1.1	ND	1.3	ND	91	ND	3.9	MBq/km <sup>2</sup>
蛇口水	宇土市	平成27年 6月	1	ND	ND	ND	ND	ND	ND	90	120	260	120	150	mBq/L	
土壌 (草地)	0～5cm	西原村	平成27年 8月	1	ND	ND	ND	ND	ND	230	240	290	230	250	Bq/kg乾土	
					ND	ND	ND	ND	ND	4000	4000	8000	2500	4400	MBq/km <sup>2</sup>	
	5～20cm	西原村	平成27年 8月	1	ND	ND	ND	ND	ND	200	180	230	200	210	Bq/kg乾土	
					ND	ND	ND	ND	ND	14000	12000	15000	12000	14000	MBq/km <sup>2</sup>	
精米	合志市	平成27年10月	1	ND	ND	ND	ND	ND	24	5	33	21	29	Bq/kg精米		
野菜	大根	合志市	平成27年 6月	1	-	-	-	-	82	65	100	71	94	Bq/kg生		
	ホウレン草	合志市	平成27年 5月	1	-	-	-	-	240	140	320	230	300			
荒茶	御船町 あさぎり町	平成27年 5月 平成27年 5月	2	-	-	-	-	-	530	540	480	790	440	570	Bq/kg乾物	
原乳	合志市	平成27年 8月	1	ND	ND	ND	ND	ND	51	49	58	47	50	Bq/L		

ND:不検出(測定値が計数誤差の3倍未満)、-:分析対象外核種

※平成23年3月11日に原発事故が発生し、平成22年度月間降下物(3月)及平成23年度月間降下物(4～6月)については影響があったものと推測される。

## 7) 平成 25～27 年度における布田川の水質調査結果について

谷口 智則 中堀 靖範\*

### はじめに

熊本県の西原村～益城町を流れる布田川は、益城町で木山川に合流する緑川水系の二級河川である。県管理区間の全長は約 6500m で、事業所系排水、畜産系排水、生活排水等が流れ込む。布田川の流域では、不定期に著しい汚濁や通常とは異なる水質が確認され、周辺からの放流水等が原因として考えられるが結論には至っていない。そこで布田川の汚濁の発生状況を把握することを目的として、平成 25 年度から平成 27 年度まで定期的に調査を行った。

### 調査方法

#### (1) 調査期間

平成 26 年 1 月～平成 28 年 3 月にかけて月 1 回（計 27 回）の採水を行った。

#### (2) 調査地点

長田川合流点、鎌宗橋、後迫橋の 3 地点で採水を行った。採水地点を図 1 に示す。

#### (3) 分析項目及び分析方法

分析項目は pH, DO, BOD, COD, SS, 大腸菌群数, 全窒素 (T-N), 全燐 (T-P), 三態窒素 (NO<sub>3</sub>-N, NO<sub>2</sub>-N,

NH<sub>4</sub>-N), 電気伝導度 (EC) とした。各分析方法は JISK0121, JISK0350 に基づいて行った。

pH は LAQUA F-72 (HORIBA), T-N 及び T-P は SWATT (BLTEC), 三態窒素は ICS-2100 (Thermo Scientific), EC は CM-30R (東亜 DKK) をそれぞれ用いた。なお、三態窒素, EC については平成 27 年 4 月から調査を実施した。

### 調査結果及び考察

表 1 に調査期間中の分析結果を、図 2 に各分析項目の経過をグラフにしたものを示す。また、各分析項目の平均値, 最大値, 最小値, 標準偏差について表 2 に示す。

表 2 から大腸菌群数を除く分析結果において、長田川合流点や鎌宗橋と比較して、後迫橋の平均値や最大値が同等以上となり、標準偏差もばらつきが大きい傾向となった。鎌宗橋から後迫橋の間では平均値が高いことから「何らかの負荷」が、標準偏差が大きいことから「不定期」にかかっていると考えられる。そこで項目ごとの地点間評価等を行い考察した。

表 2 調査地点の分析結果の平均値, 最大値, 最小値, 標準偏差

	長田川合流点				鎌宗橋				後迫橋			
	平均値	最大値	最小値	標準偏差	平均値	最大値	最小値	標準偏差	平均値	最大値	最小値	標準偏差
pH	7.8	8.0	7.5	-	7.7	8.0	7.6	-	7.6	7.9	7.4	-
DO (mg/l)	9.0	11	6.8	1.1	9.3	12	6.7	1.2	8.8	11	6.9	1.0
BOD (mg/l)	3.5	10	0.5	2.3	2.6	5.8	0.5	1.4	4.3	37	0.5	7.1
COD (mg/l)	5.6	9.1	2.1	1.7	4.7	8.1	2.5	1.3	6.7	33	2.3	6.0
SS (mg/l)	8.4	16	3	3.8	5.6	11	2	2.3	11	56	3	10
大腸菌群数 (MPN/100ml)	31,000	130,000	2,400	33,000	28,000	170,000	490	37,000	19,000	130,000	330	26,000
T-N (mg/l)	2.8	4.3	0.9	0.9	3.1	7.0	1.7	1.1	4.7	16	1.6	3.6
T-P (mg/l)	0.37	0.63	0.04	0.17	0.42	0.79	0.09	0.16	0.89	4.7	0.10	0.97
NO <sub>3</sub> -N (mg/l)	1.6	3.3	0.7	0.6	1.8	3.0	1.2	0.5	2.0	2.9	1.3	0.4
NO <sub>2</sub> -N (mg/l)	0.067	0.15	0.010	0.044	0.060	0.14	0.020	0.036	0.070	0.23	0.010	0.069
NH <sub>4</sub> -N (mg/l)	0.25	0.72	0.03	0.25	0.59	4.4	0.03	1.2	0.50	2.1	0.01	0.67
EC (mS/cm)	130	200	79	38	160	220	89	35	140	190	84	34

\*現熊本県環境生活部環境保全課





図1 採水地点図 (国土地理院地図より作成)



表 1 布田川調査結果一覧表

H26													H27													H28												
調査日	1/15	2/12	3/18	4/16	5/7	6/10	7/2	8/5	9/9	10/28	11/5	12/9	1/7	2/3	3/4	4/14	5/20	6/17	7/2	8/5	9/29	10/13	11/24	12/1	1/6	2/2	3/1											
調査日	1/15	2/12	3/18	4/16	5/7	6/10	7/2	8/5	9/9	10/28	11/5	12/9	1/7	2/3	3/4	4/14	5/20	6/17	7/2	8/5	9/29	10/13	11/24	12/1	1/6	2/2	3/1											
採水時刻	9:40	9:40	10:24	10:38	9:58	9:30	9:30	9:01	9:50	9:02	9:27	9:37	9:48	9:04	9:18	9:00	9:11	9:21	10:22	9:41	9:35	9:16	9:49	9:27	9:07	9:25												
天候	晴	晴	曇り	曇り	晴れ	晴れ	晴れ	曇り	晴れ	晴れ	晴れ	晴れ	晴れ	晴れ	曇り	曇り	曇り	曇り	晴	晴	晴	晴	晴	晴	晴	晴												
外観	茶褐色	褐色	無	無	無	茶褐色	淡褐色	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無												
臭気	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無												
透明度 (cm)	33.0	>50	48.0	28.0	13.0	>50	48.0	22.5	36.0	33.5	24.5	29.0	28.5	12.0	5.0	19.0	33.5	36.0	40.5	>50	41.0	>50	43.0	>50	>50	29.5												
pH	7.8	7.7	7.6	7.7	7.7	7.8	7.6	7.5	7.8	7.7	7.7	7.6	7.6	7.7	7.6	7.4	7.6	7.6	7.6	7.8	7.8	7.7	7.8	7.7	7.7	7.9												
DO (mg/l)	10	10	8.7	9.2	8.5	7.2	7.4	6.8	7.7	8.5	9.4	10	10	11	10	9.3	8.4	8.5	8.5	7.8	8.1	9.4	9.2	10	10	11												
T-N (mg/l)	3.2	4.2	3.7	3.1	4.1	3.9	3.0	2.7	2.2	2.6	2.9	2.9	2.7	3.9	4.2	2.0	1.8	2.3	1.7	2.4	2.4	2.4	3.5	3.4	5	3.9												
COD (mg/l)	7.6	9.1	8.5	5.2	5.7	7.4	5.0	8.2	3.2	4.3	5.3	7.0	6.7	7.7	6.5	3.8	3.7	4.0	2.1	3.4	6.1	5.2	3.6	6.0	6.8	5.9												
SS (mg/l)	14	11	13	6	7	10	6	13	4	4	5	11	9	12	8	5	4	16	7	13	6	6	3	7	3	11												
大腸菌群数 (MPN/100ml)	17,000	24,000	49,000	17,000	14,000	100,000	79,000	100,000	17,000	24,000	17,000	4,900	22,000	10,000	4,900	4,900	46,000	130,000	49,000	4,900	7,900	2,400	33,000	4,900	24,000	34,000												
T-P (mg/l)	0.36	0.42	0.63	0.37	0.82	0.54	0.43	0.48	0.24	0.39	0.47	0.32	0.41	0.52	0.62	0.22	0.19	0.19	0.05	0.04	0.45	0.38	0.06	0.55	0.48	0.47												
NO <sub>3</sub> -N (mg/l)																																						
NO <sub>2</sub> -N (mg/l)																																						
NH <sub>4</sub> -N (mg/l)																																						
EC (mS/cm)	140	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110	160												

長田川合流点

H26													H27													H28												
調査日	1/15	2/12	3/18	4/16	5/7	6/10	7/2	8/5	9/9	10/28	11/5	12/9	1/7	2/3	3/4	4/14	5/20	6/17	7/2	8/5	9/29	10/13	11/24	12/1	1/6	2/2	3/1											
調査日	1/15	2/12	3/18	4/16	5/7	6/10	7/2	8/5	9/9	10/28	11/5	12/9	1/7	2/3	3/4	4/14	5/20	6/17	7/2	8/5	9/29	10/13	11/24	12/1	1/6	2/2	3/1											
採水時刻	11:05	11:05	9:43	10:20	10:50	10:50	10:15	10:15	10:05	9:55	10:25	9:55	10:05	10:00	10:10	10:00	11:30	11:30	11:30	10:40	10:20	10:00	10:20	10:10	10:30	10:25												
天候	晴	晴	晴	曇り	晴れ	晴れ	曇り	晴	晴	晴	晴	晴	晴	晴	曇り	曇り	曇り	曇り	晴	晴	晴	晴	晴	晴	晴	晴												
外観	淡黄色	淡黄色	無	無	無	淡黄色	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無												
臭気	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無												
透明度 (cm)	>50	>50	>50	>50	>50	>50	>50	>50	>50	>50	>50	>50	>50	>50	>50	>50	39.6	32.5	>50	>50	>50	>50	>50	>50	>50	38.0												
pH	7.8	7.9	7.6	7.9	7.8	8.0	7.8	7.6	7.7	7.7	7.7	7.6	7.6	7.7	7.6	7.7	7.8	7.6	7.6	7.8	7.8	7.7	7.8	7.8	7.9	7.9												
DO (mg/l)	11	11	8.6	10	9.4	8.1	7.7	6.7	7.7	8.9	9.8	10.0	10.0	11.0	10.0	9.2	8.0	8.6	8.6	8.4	9.8	9.4	10	10	11	12												
T-N (mg/l)	3.8	3.8	2.5	3.4	2.0	4.2	3.4	2.0	1.7	1.9	2.6	5.8	2.6	2.5	5.6	1.3	5.7	1.2	0.5	1.8	2.6	1.0	1.6	2.0	1.6	2.8												
COD (mg/l)	4.8	5.1	4.3	4.5	4.0	6.7	6.8	5.7	3.3	3.9	4.4	7.0	3.4	5.0	6.2	3.6	3.1	3.8	2.5	4.3	6.0	3.3	3.8	4.5	3.8	4.8												
SS (mg/l)	6	8	2	5	6	6	6	4	3	4	5	11	4	4	6	5	8	10	8	7	5	2	5	2	5	10												
大腸菌群数 (MPN/100ml)	13,000	7,900	1,700	24,000	10,000	54,000	49,000	33,000	33,000	7,000	17,000	2,200	1,700	2,200	3,300	700	33,000	100,000	170,000	26,000	4,900	22,000	17,000	24,000	4,900	79,000												
T-P (mg/l)	0.31	0.31	0.48	0.35	0.40	0.79	0.55	0.50	0.22	0.40	0.49	0.61	0.27	0.52	0.60	0.26	0.66	0.18	0.09	0.61	0.53	0.34	0.38	0.71	0.40	0.29												
NO <sub>3</sub> -N (mg/l)																																						
NO <sub>2</sub> -N (mg/l)																																						
NH <sub>4</sub> -N (mg/l)																																						
EC (mS/cm)	150	180	180	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110	150												

鎌宗橋

H26													H27													H28												
調査日	1/15	2/12	3/18	4/16	5/7	6/10	7/2	8/5	9/9	10/28	11/5	12/9	1/7	2/3	3/4	4/14	5/20	6/17	7/2	8/5	9/29	10/13	11/24	12/1	1/6	2/2	3/1											
調査日	1/15	2/12	3/18	4/16	5/7	6/10	7/2	8/5	9/9	10/28	11/5	12/9	1/7	2/3	3/4	4/14	5/20	6/17	7/2	8/5	9/29	10/13	11/24	12/1	1/6	2/2	3/1											
採水時刻	9:40	9:40	10:24	10:38	9:58	9:30	9:30	9:01	9:50	9:02	9:27	9:37	9:48	9:04	9:18	9:00	9:11	9:21	10:22	9:41	9:35	9:16	9:49	9:27	9:07	9:25												
天候	晴	晴	曇り	曇り	晴れ	晴れ	晴れ	曇り	晴	晴	晴	晴	晴	晴	曇り	曇り	曇り	曇り	晴	晴	晴	晴	晴	晴	晴	晴												
外観	茶褐色	褐色	無	無	無	茶褐色	淡褐色	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無												
臭気	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無												
透明度 (cm)	33.0	>50	48.0	28.0	13.0	>50	48.0	22.5	36.0	33.5	24.5	29.0	28.5	12.0	5.0	19.0	33.5	36.0	40.5	>50	41.0	>50	43.0	>50	29.5													
pH	7.8	7.7	7.6	7.7	7.7	7.8	7.6	7.5	7.8	7.7	7.7	7.6	7.6	7.7	7.6	7.4	7.6	7.6	7.6	7.8	7.8	7.7	7.8	7.7	7.7	7.9												
DO (mg/l)	10	10	7.8	7.7	7.9	7.9	7.7	6.9	7.6	8.3	9.5	10	9.8	10	8.2	8.8	7.9	8.9	8.5	8.2	8.6	10	8.8	9.6	9.4	10												
T-N (mg/l)	6.9	2.7	3.1	8.0	6.2	0.9	1.0	2.9	1.2	2.0	0.6	3.0	4.4	11	3.7	4.6	2.6	0.7	0.5	1.5	0.6	<0.5	2.1	0.5	2.1	4.6												
COD (mg/l)	7.1	5.5	7.2	11	9.5	4.1	4.0	5.4	4.4	5.1	3.4	6.7	4.8	16	3.3	7.4	6.3	2.6	2.7	4.3	2.8	2.3	5.8	2.8	5.4	6.4												
SS (mg/l)	8	5	6	15	14	5	6	8	7	5	4	9	8	24	5.6	16	13	9	13	8	5	3	10	6	7	14												
大腸菌群数 (MPN/100ml)	9,400	330	2,400	4,900	33,000	13,000	7,900	7,000	17,000	3,300	1,000	4,900	10,000	10,000	33,000	4,900	46,000	130,000	130,000	10,000	49,000	17,000	2,200	17,000	1300	33,000												
T-P (mg/l)	0.87	0.84	1.3	2.1	1.2	0.41	0.33	0.73	0.21	0.89	0.38	0.61	0.41	0.30	4.7	0.85	0.73	0.16	0.10	0.52	0.34	0.33	0.56	0.40	0.71	0.88												
NO <sub>3</sub> -N (mg/l)																																						
NO <sub>2</sub> -N (mg/l)																																						
NH <sub>4</sub> -N (mg/l)																																						
EC (mS/cm)	180	150	100	84	180	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140	170												

後迫橋

※降水量は、益城観測所における採水前日及び当日午前中の降水量の合計を示す。

は、調査日前日～当日の午前中の合計雨量が5 mm以上の調査日

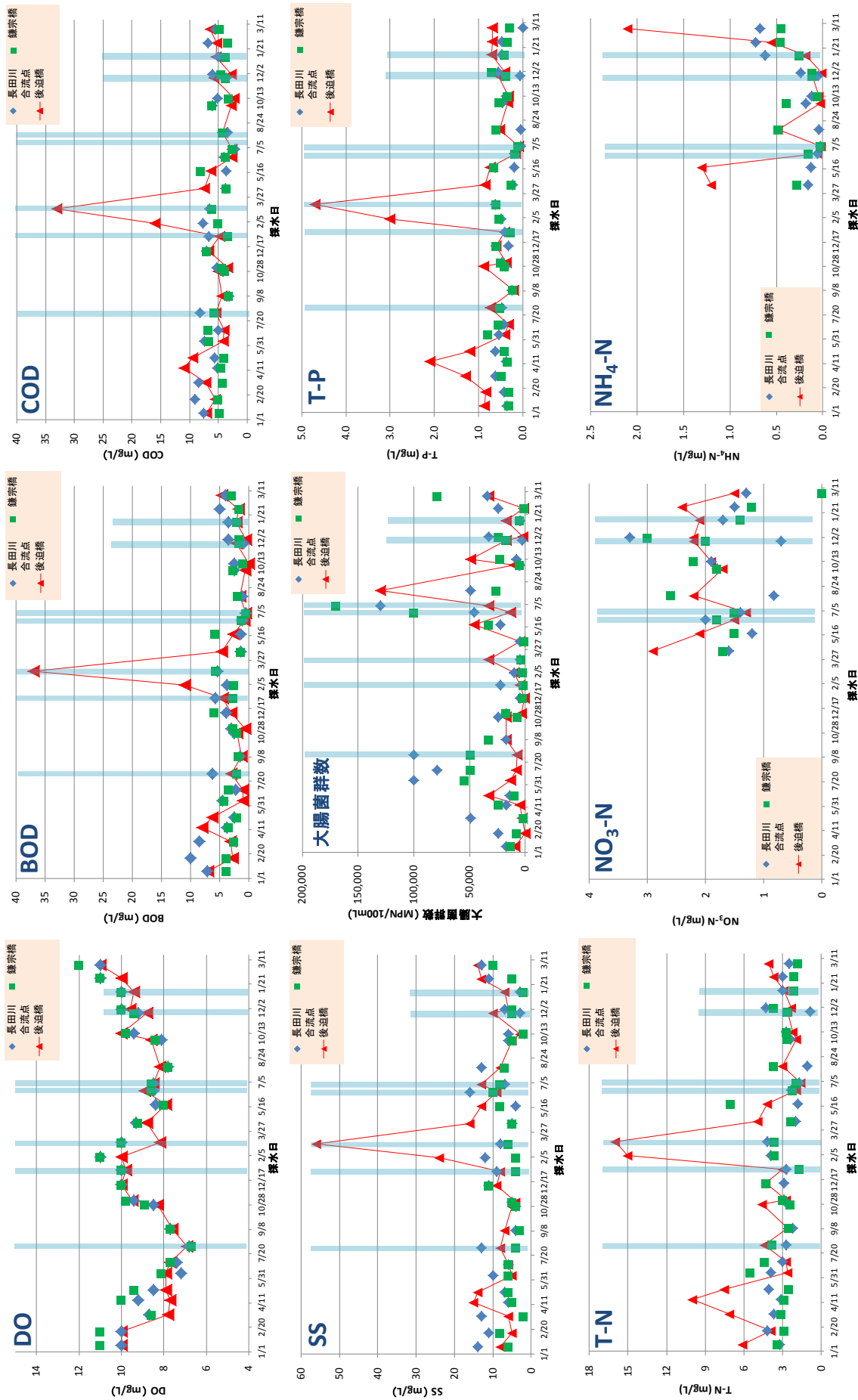


図 2 布田川調査の経過グラフ

(1) 地点間評価

上流から下流へ向かう各地点において、各分析項目の変化を評価するため、長田川合流点→鎌宗橋→後迫橋の流れにおける分析結果の増減について表3のようにパターンを分類し、集計を行った。大文字標記のA, B, Cは長田川合流点→鎌宗橋での増減パターンを示し、A:増加 B:減少 C:増減なしに対応する。また、小文字標記のa, b, cは鎌宗橋→後迫橋での増

減パターンでA:増加 B:減少 C:増減なしに対応する。ABCとabcの組み合わせで9通りのパターンとなる。得られた結果について、表4に示す。

表4から長田川合流点→鎌宗橋において、BOD, COD, SSはAよりBが多く、有意な水質の汚濁の低下が見られた。このことから両地点の間には清浄な水の流入、または河川の自浄作用による水質の改善等が発生していると考えられる。

表3 分析結果の増減による分類パターンと増減表

	長田川合流点 →鎌宗橋	鎌宗橋 →後迫橋
Aa	増加	増加
Ab	増加	減少
Ac	増加	増減なし
Ba	減少	増加
Bb	減少	減少
Bc	減少	増減なし
Ca	増減なし	増加
Cb	増減なし	減少
Cc	増減なし	増減なし

	a	b	c	
A	Aaの数	Abの数	Acの数	Aa-Acの数
B	Baの数	Bbの数	Bcの数	Ba-Bcの数
C	Caの数	Cbの数	Ccの数	Ca-Ccの数
	Aa-Caの数	Ab-Cbの数	Ac-Ccの数	

鎌宗橋→後迫橋の評価

長田川合流点→鎌宗橋の評価

表4 各分析項目の分類パターン表

BOD	a	b	c	計
A	2	7	0	9
B	11	5	0	16
C	1	0	1	2
計	14	12	1	27
(H25-26)	(9)	(6)	(0)	

COD	a	b	c	計
A	3	2	1	6
B	13	7	0	20
C	0	1	0	1
計	16	10	1	27
(H25-26)	(6)	(5)	(1)	

SS	a	b	c	計
A	3	0	0	3
B	15	3	1	19
C	2	2	1	5
計	20	5	2	27
(H25-26)	(10)	(4)	(1)	

大腸菌群数	a	b	c	計
A	2	5	1	8
B	9	7	0	16
C	2	1	0	3
計	13	13	1	27
(H25-26)	(6)	(9)	(0)	

T-N	a	b	c	計
A	4	7	2	13
B	11	2	0	13
C	0	1	0	1
計	15	10	2	27
(H25-26)	(11)	(3)	(1)	

T-P	a	b	c	計
A	7	6	1	14
B	10	3	0	13
C	0	0	0	0
計	17	9	1	27
(H25-26)	(10)	(4)	(1)	

※ (H25-26) は全体のうち H25 年度と H26 年度の数を示す

鎌宗橋→後迫橋では、ほぼ全ての項目において b よりも a が多い、または同等で、特に SS や T-P で a が多いことから、両地点の間に水質汚濁の負荷源があることが示唆された。このことは平成 27 年 2, 3 月に後迫橋での特異的な水質汚濁が観測された際に、上流 2 地点で水質汚濁が認められなかったことから裏付けされる。なお、SS 以外の項目については、平成 27 年度調査で値の増加傾向が見られず、SS についても平成 27 年度はそれ以前と比較してばらつきが小さくなっており、平成 27 年度以前に確認された水質汚濁が収束傾向にあることが推測される。大腸菌群数においては、常時値のばらつきが大きかった。畜産排水等による汚濁の場合、大腸菌群数の数値が大きく増加すると考えられるが、平成 27 年 2, 3 月の後迫橋における特異的な水質汚濁の際には大腸菌群数の値はおおきな変動がなく、汚濁の原因が畜産排水のみによるものとは考えにくい。

### (2) 降雨時の分析結果の変動

降雨が分析結果にどう影響するか確認するために、採水日の気象庁の益城観測所のデータを図 2 に併せて示した。採水日前日から当日の午前中の合計雨量が 5mm 以上の日に着目すると、特に大腸菌群数が大きく変動しており、降雨が大腸菌群数の分析結果に大きく影響することがわかった。

### (3) 透視度と分析項目の相関

各分析項目と透視度との相関図を図 3 に示す。図から各分析項目と透視度との間には一定の相関があると考えられ、各分析項目の平均値（図 1 参照）を近似曲線にあてはめると透視度約 29~31cm に相当する。このことから後迫橋で現地調査を行うにあたり、透視度を測定することでおおよその各項目の分析値を類推することができるといえる。

### まとめ

布田川の水質の調査を行った結果、鎌宗橋→後迫橋の地点間において、何らかの水質汚濁負荷が発生しており、この汚濁負荷は平成 25~27 年度の間には減少傾向にあることが示唆された。

汚濁負荷等の水質評価を行う際には、降雨時の大腸菌群数の値が大きく変動するため注意する必要がある。

透視度と各分析項目の間には一定の相関があると考えられ、現地調査で透視度を測ることで、各分析項目の値を類推することができ、汚濁の発生状況について察知することができると考えられる。

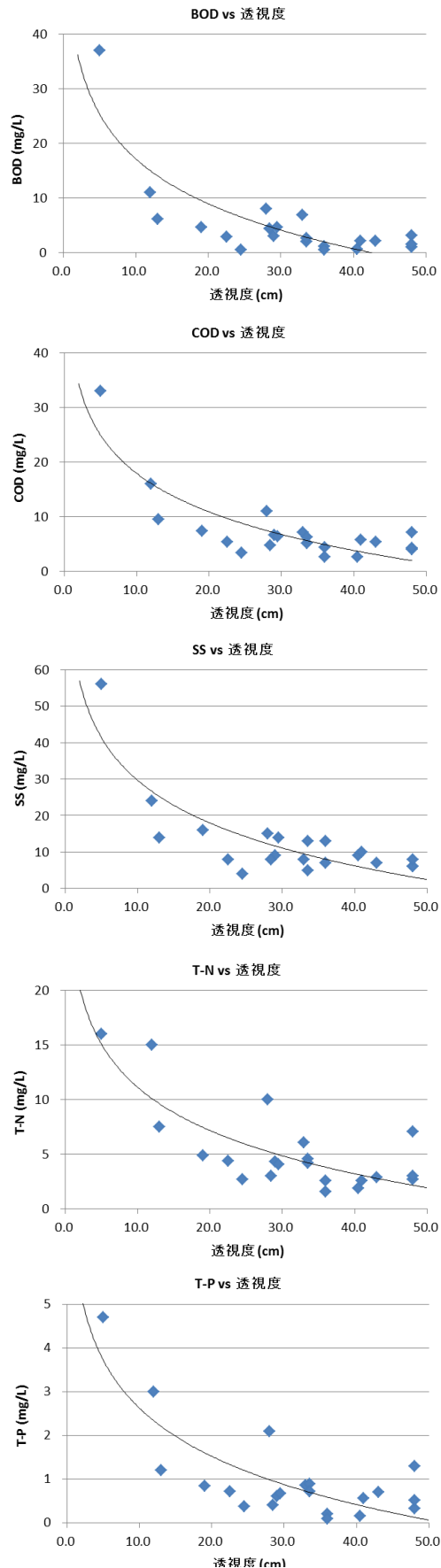


図 3 各分析項目と透視度の相関図  
(透視度 50cm 以上のデータを除く)