

3・2 資 料

1) 日本脳炎調査（2014 年度）

大迫 英夫 吉岡 健太 戸田 純子 原田 誠也

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¹⁻³⁾。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は発症すると致死率は20～40%程度と高く、回復後も後遺症が残る場合があり、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。そこで、これらの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

2014年7月22日から2014年9月8日までの間に、県内の養豚場から熊本県畜産流通センター（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⁴⁾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⁵⁾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

2014年8月から10月にかけて年齢群別に採取したヒト血清215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^{6,7)}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4日の鹿本町のブタで、その後 HI 抗体陽性率は漸次増加し、8月25日には66%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4日に初めて確認され、8月12日、25日には2ME 感受性抗体数は4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18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4農場のブタから採取した9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1農場から1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5-9歳で83%、20歳代で82%と高い値を示し、それ以降は30歳代で55%、40歳代で45%まで減少したものの、60歳代以上では68%となった。

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
2014 年 7 月 22, 28 日	0/5	0/5	0/5	0/10	0/5	0%
2014 年 8 月 4 日	0/5		1/5	0/5		7%
2014 年 8 月 12 日		0/5		1/10		7%
2014 年 8 月 18 日	2/5 (4)		3/5	0/5		33%
2014 年 8 月 25 日	5/5	1/5 (2)	4/5			66%
2014 年 9 月 1 日		1/10 (1)		2/5		20%
2014 年 9 月 8 日		4/5 (1)	4/5 (1)	0/5		53%

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	
2014 年 7 月 22, 28 日	30	30								0
2014 年 8 月 4 日	15	14							1	1
2014 年 8 月 12 日	15	14				1				1
2014 年 8 月 18 日	15	10					1	2	2	4
2014 年 8 月 25 日	15	5				3	4	2	1	4
2014 年 9 月 1 日	15	12	1	1				0	1	0
2014 年 9 月 8 日	15	7					5	3		1

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	23	16	3	1	0	0	2	1	30%
5-9	23	4	3	0	5	3	5	4	83%
10-14	23	6	2	4	3	2	2	4	74%
15-19	35	11	1	3	9	5	4	2	69%
20-29	22	4	1	2	6	4	1	4	82%
30-39	22	10	5	1	2	3	1	0	55%
40-49	22	12	4	4	1	0	1	0	45%
50-59	23	11	8	0	3	1	0	0	52%
60≤	22	7	6	3	3	2	1	0	68%
計	215	81	34	18	31	20	17	14	62%

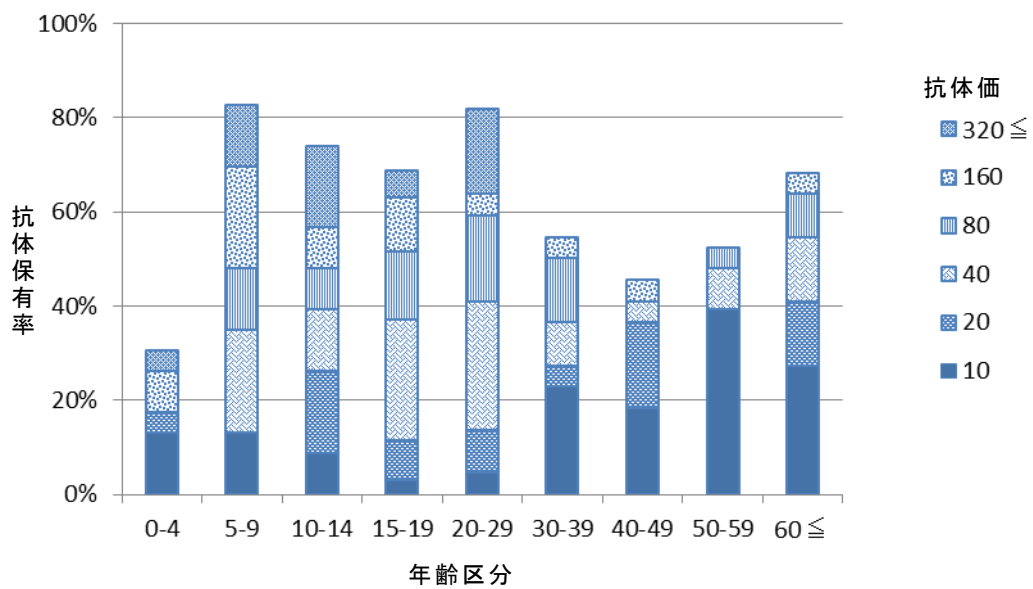


図 1 ヒトの JEV 中和抗体保有状況

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 4 日であった。また、8 月 4 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前ぐらいからと推定され、昨年（8 月 6 日）とほぼ同じであった。

一方、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^{8,9)}。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、2009 年は 29%、2010 年は 23%と増加した^{10),11)}。2014 年は 30%で、2013 年の 41%¹²⁾と比較すると低いが、2014 年は 5-9 歳の抗体保有率は、2013 年の 71%¹²⁾から 83%に増加したことから、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。

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，清田直子，原田誠也：熊本県保健環境科学研究所報，43，66（2013）。

2) 感染症発生動向調査に伴う病原体検査（平成 26 年度）

吉岡 健太 戸田 純子 原田 誠也

はじめに

熊本県感染症発生動向調査事業に基づき、平成 26 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^{1),2)}及び病原体検出マニュアル³⁾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 26 年度は、病原体定点である 18 医療機関から臨床検体 699 件、その他 4 医療機関から 14 件、合計 713 件の検査依頼があり、397 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、89 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 3 件、A H3 型が 77 件、B Victoria 系統が 3 件、B Yamagata 系統が 6 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 102 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 52 件、RS ウイルスが 38 件、ヒトメタニューモウイルスが 6 件、パラインフルエンザウイルス 1 型が 3 件、パラインフルエン

ザウイルス 2 型が 1 件、パラインフルエンザウイルス 4 型が 5 件、ヒトコロナウイルス OC43 型が 8 件、ヒトコロナウイルス HKU1 型が 1 件、ヒトコロナウイルス NL63 型が 12 件、ヒトボカウイルスが 3 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 35 件、RS ウイルスが 6 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 4 件、パラインフルエンザウイルス 3 型が 4 件、ヒトコロナウイルス OC43 型が 4 件、ヒトコロナウイルス NL63 型が 1 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 58 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 4 型が 6 件、5 型が 3 件、10 型が 1 件、16 型が 10 件、コクサッキーウイルス B 群 3 型が 4 件、4 型が 2 件、エコーウイルス 11 型が 6 件、30 型が 1 件、エンテロウイルス 71 型が 19 件、型別不明（NT）が 6 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 2 型、5 型、9 型が各 1 件、16 型が 2 件、B 群 3 型が 1 件、エコーウイルス 11 型が 12 件、30 型が 1 件、エンテロウイルス 71 型が 1 件、型別不明（NT）が 7 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 4 型が 5 件、5 型が 3 件、エコーウイルス 11 型が 5 件、手足口病からコクサッキーウイルス A 群 16 型が 7 件、エンテロウイルス 71 型が 16 件、無菌性髄膜炎からコクサッキーウイルス B 群 3 型が 3 件分離、あるいは遺伝子が検出された。

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 20 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 9 件、サポウイルスが 3 件、A 群ロタウイルスが 6 件、アストロウイ

ルスが3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21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14件、53型が1件、54型が1件、56型が4件、型別不明（NT）が1件であった。

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、1型が1件、2型が4件、型別不明（NT）が3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、水痘・帯状疱疹ウイルスの遺伝子が1件ずつ検出された。また、感染性胃腸炎と診断された患者の3検体から、カンピロバクター・ジェジュニが2件、エッシャーシア・アルベルティーが1件分離された。

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

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	419	359	58	1				1
インフルエンザ	29	29						
眼科	67			67				
基幹	184	100	19	1	52	4	1	7
その他	14	6				3		5
合計	713	494	77	69	52	7	1	13

表2 疾患別病原体検出数(平成26年4月1日～平成27年3月31日)

疾患名		4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	計
インフルエンザ	検体受付数	9	0	0	0	0	2	3	0	9	56	6	6	91
	Influenza A(H1pdm09)	2												2
	Influenza A(H3)							2	3		7	43	5	61
	Influenza B(Victoria)	3												3
	Influenza B(Yamagata)									1			5	6
	Echo 11										2			2
	Human rhino										1			1
	Influenza A(H1pdm09)+Entero NT	1												1
	Influenza A(H3)+Human corona HKU1											1		1
	Influenza A(H3)+RSV									1	3			4
	Influenza A(H3)+Echo 11										2			2
	Influenza A(H3)+Parainfluenza 1										1			1
	Echo 11+Human rhino										1			1
	陰性	3									3			6
インフルエンザ様疾患	検体受付数	1	1	0	0	0	0	0	0	0	11	20	8	41
	Influenza A(H3)										3	2		5
	Human corona NL63											5		5
	Human rhino										2	1	3	6
	Parainfluenza 4											1		1
	RSV											2		2
	Influenza A(H3)+Echo 11										1			1
	Influenza A(H3)+Human rhino										1			1
	Influenza A(H3)+Human rhino+RSV											1		1
	Human corona NL63+Human rhino											2	1	3
	Human corona NL63+Human rhino+Adeno 1												1	1
	Parainfluenza 4+Human rhino											1		1
	RSV+Human rhino										1			1
	陰性	1	1								3	5	3	13
RSウイルス感染症	検体受付数	0	0	0	0	0	3	4	1	4	6	2	0	20
	RSV									2	4	1		7
	Human corona OC43									1				1
	Human metapneumo						1							1
	Human rhino							3	1	1				5
	Parainfluenza 4							1						1
	Human metapneumo+Human rhino						1							1
	RSV+Human rhino										1			1
	陰性						1				1	1		3
		3	0	3	0	9	0	1	22	24	8	6	11	87
上気道炎	RSV							1	3	5	1	1		11
	Human boca								1					1
	Human corona OC43									3				3
	Human metapneumo								1				2	3
	Human rhino	2							6	3	2		1	14
	Parainfluenza 4											1		1
	Entero NT			1										1
	Parecho 3					8								8
	Human boca+RSV									1				1
	Human corona NL63+Human rhino												1	1
	Human corona OC43+RSV+Echo 11										1			1
	Human rhino+Adeno NT												1	1
	Human rhino+Entero NT								1					1
	Human rhino+Human corona OC43									1				1
	Human rhino+RSV+Human corona OC43									1				1
	Parainfluenza 1+Human boca												1	1
	Parainfluenza 1+Human rhino+Adeno 2										1			1
	Parainfluenza 4+Human rhino+RSV											1		1
	RSV+human corona OC43									1				1
	RSV+Human rhino								3	1	1			5
	Adeno 2+RSV+Human rhino									1				1
	陰性	1		2		1			7	7	2	3	5	28
下気道炎	検体受付数	0	1	0	0	0	3	0	0	0	0	0	3	7
	Human corona NL63												1	1
	Human rhino		1											1
	Parainfluenza 2						1							1
	Human corona NL63+Human metapneumo												1	1
	RSV+Human rhino												1	1
百日咳	検体受付数	0	0	1	1	1	0	0	0	0	3	4	0	10
	百日咳菌										1			1
	Human rhino											1		1
	Parainfluenza 1					1								1
	Parainfluenza 3				1									1
	Human corona OC43+Parainfluenza 1+Human rhino											1		1
	陰性			1							2	2		5
その他呼吸器	検体受付数	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
	Parainfluenza 3		1											1
	陰性		1											1

表2 疾患別病原体検出数(平成26年4月1日～平成27年3月31日)

疾患名		4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	計
疾患名		4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	計
ヘルパンギーナ	検体受付数	4	2	6	8	5	6	6	4	6	4	1	3	55
	Coxsackie A4			2	2		1							5
	Coxsackie A5				1	2								3
	Coxsackie A10				1									1
	Coxsackie A16										1			1
	Coxsackie B4						1							1
	Coxsackie B3				1									1
	Echo 11					1		2						3
	Entero 71						1							1
	Human rhino	1								2				3
	EBV	1												1
	RSV										1			1
	Adeno NT+RSV								1					1
	Echo 11+Human rhino									2				2
	Entero NT+HHV-6B	1												1
	Human rhino+VZV+Human boca		1											1
	Human rhino+Human corona OC43型+Human boca												1	1
	HHV-6+Human rhino	1												1
	陰性		1	4	3	2	3	4	3	2	2	1	2	27
手足口病	検体受付数	1	9	9	2	1	11	6	3	9	2	1	0	54
	Coxsackie A16						2		1	3	1			7
	Entero 71		2	4		1	5	4						16
	Entero NT			2			1							3
	Human rhino			1				1			1			3
	EBV		1											1
	HHV-6	1												1
	Coxsackie A4+Cytomegalo		1											1
	Coxsackie A16+HHV-6B									1				1
	Human rhino+Cytomegalo		1											1
	Human rhino+Entero NT		1											1
	陰性		3	2	2		3	1	2	5		1		19
発疹症	検体受付数	1	3	2	5	5	1	0	2	7	1	4	0	31
	Coxsackie B4									1				1
	Entero 71		1											1
	Entero NT			1										1
	Human rhino				1					2		1		4
	Adeno 2					1								1
	EBV								2					2
	HHV-6	1												1
	HHV-6B					1	1							2
	Coxsackie A16+HHV-6B									1				1
	RSV+Human rhino+human corona OC43									1				1
	陰性		2	1	4	3				2	1	3		16
突発性発疹	検体受付数	1	0	1	0	0	0	1	0	1	0	2	0	6
	陰性	1		1				1		1		2		6
咽頭結膜熱	検体受付数	0	0	2	2	2	1	2	0	0	1	0	0	10
	Adeno 2					1								1
	Coxsackie A5					1								1
	Entero 71							1						1
	Human rhino			1										1
	Human corona OC43										1			1
	Parainfluenza 3			1										1
	RSV							1						1
	陰性				2		1							3
麻疹	検体受付数	3	3	5	0	6	0	0	0	0	0	2	0	19
	Entero NT			1										1
	HSV 1	1												1
	HHV-6B		1	1		1								3
	HHV-7			1										1
	HHV-6B+HHV-7					2								2
	陰性	2	2	2		3						2		11

表2 疾患別病原体検出数(平成26年4月1日～平成27年3月31日)

疾患名		4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	計
疾患名		4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	計
水痘	検体受付数	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	2	0	3
	Human corona NL63											1		1
	陰性					1						1		2
心筋炎	検体受付数	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	2
	陰性									2				2
無菌性髄膜炎	検体受付数	2	2	0	6	5	9	0	1	0	1	3	3	32
	Coxsackie B3						3							3
	Echo 30					1								1
	Enterovirus 71						1							1
	Human rhinovirus	1			2							1		4
	VZV												1	1
	HHV-6B								1					1
	Echo 11+VZV										1			1
	陰性	1	2		4	4	5					2	2	20
	検体受付数	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	2
	陰性				1								1	2
脳炎・脳症等	検体受付数	5	6	0	0	2	2	0	1	2	0	3	4	25
	VZV					1								1
	Cytomegalovirus		1											1
	Human rhinovirus												1	1
	RSV									1				1
	陰性	5	5			1	2		1	1		3	3	21
流行性耳下腺炎	検体受付数	1	1	6	1	2	0	1	2	1	1	3	0	19
	Enterovirus NT					1								1
	Human rhinovirus			1										1
	HHV-6B									1				1
	陰性	1	1	5	1	1		1	2		1	3		16
不明熱	検体受付数	1	0	2	2	2	2	1	1	0	2	4	0	17
	Echo 11										1			1
	Human rhinovirus											1		1
	HHV-6B								1					1
	陰性	1		2	2	2	2	1			1	3		14
感染性胃腸炎	検体受付数	6	3	13	7	3	4	7	3	5	4	3	2	60
	Norovirus G2		1							2	4			7
	Astrovirus NT			1	1									2
	Sapovirus NT						1			1				2
	Rotavirus A	4		1								1		6
	Coxsackievirus A2								1					1
	Coxsackievirus B3				1									1
	Echo 11						2	1						3
	Echo 30							1						1
	Enterovirus NT			1										1
	Human bocavirus			1										1
	Campylobacter jejuni							2						2
	Escherichia albertii									1				1
	Norovirus G2+Adenovirus NT											1		1
	Norovirus G2+Astrovirus NT	1												1
	Sapovirus NT+Enterovirus NT					1								1
	陰性	1	2	9	5	2	1	3	2	1		1	2	29

表2 疾患別病原体検出数(平成26年4月1日～平成27年3月31日)

疾患名		4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	計
疾患名		4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	計
流行性角結膜炎	検体受付数	5	1	2	0	1	1	2	0	1	1	0	3	17
	Adeno 37	3	1	1			1	1					1	8
	Adeno 53												1	1
	Adeno 54					1								1
	Adeno 56	2						1			1			4
	陰性			1						1			1	3
その他結膜炎等	検体受付数	10	3	2	1	5	5	8	5	3	0	6	1	49
	Adeno 37	1	1			1	1	2						6
	HSV 1	1			1					1				3
	Human rhino+Adeno NT									1				1
	陰性	8	2	2		4	4	6	5	1		6	1	39
その他	検体受付数	4	4	9	13	3	2	2	6	1	3	3	4	54
	Coxsackie A9	1												1
	Coxsackie A16										2			2
	Echo 11											1		1
	Human rhino				2				1					3
	Human metapneumo						1							1
	RSV										1			1
	Cytomegalo							1						1
	EBV								1					1
	HHV-6B											1		1
	HHV-7								1					1
	Parecho 3					2								2
	Parecho NT				5									5
	Parecho 3+Parainfluenza 1					1								1
	Parecho NT+Parainfluenza 1				1									1
	Parecho NT+Human rhino				2									2
	Human rhino+HHV-7												1	1
	HHV-6B+Parainfluenza 3		1											1
	陰性	3	3	9	3		1	1	3	1		1	3	28
検体受付総数		57	41	63	49	53	52	44	51	75	104	75	49	713
陽性		29	16	22	22	29	27	26	26	51	88	35	26	397
陰性		28	25	41	27	24	25	18	25	24	16	40	23	316

3) 熊本県の酸性雨長期モニタリング調査結果（2014 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 出納 由美子

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を行っている¹⁾。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²⁾。なお、2008 年からは、湿性沈着のみ報告を行っており、乾性沈着の結果については、既報³⁾を参照されたい。本報では 2014 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-300D を用い、1 週間ごとに降水の回収を行った。なお、苓北町は 2014 年 7 月 22 日～10 月 6 日まで、雨水採水装置の故障により、降水量のみ測定を行った。また、その他機器不具合等により、八代市が 2014 年 8 月 4 日～18 日まで、阿蘇市が 2014 年 4 月 7 日～14 日までをそれぞれ欠測とした。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⁴⁾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 を用い、複合電極は GST-5741C 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 を用い、電導度セルは CT-57101B 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 DX-500 及び ICS-1600 を用い、イオンクロマトグラフ法で行った。DX-500 の分析条件は、カチオンでは IonPac® CS-12A のカラムを用いた。溶離液として 20mM 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 IonPac® AS-12A のカラムを用いた。溶離液として 2.7mM Na₂CO₃、0.3mM NaHCO₃ 混合溶液を用い、流速 1.5mL/min で分析を行った。ICS-1600 の分析条件は、カチオンでは Dionex IonPac™ 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

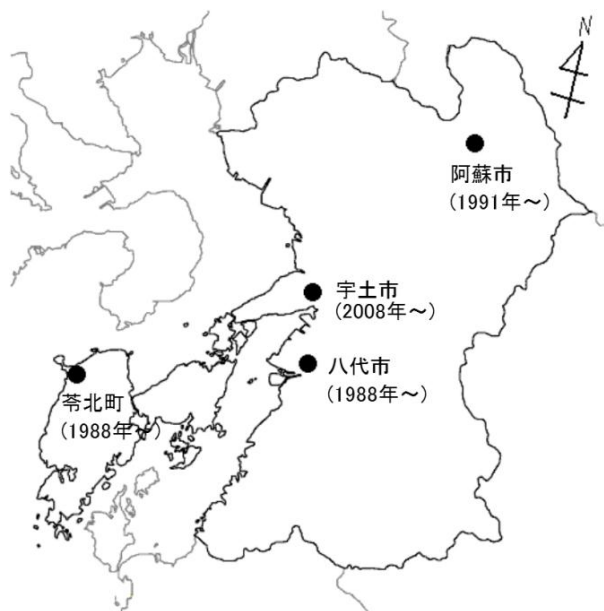


図 1 調査地点

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 IonPac™ AS23 のカラムを用いた。溶離液として 4.5mM Na₂CO₃、0.5mM NaHCO₃ 混合溶液を用い、流速 1.2mL/min で分析を行った。

調査結果及び考察

1 前年度との比較

表 1 に 2014 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。分析に供する試料量が十分に得られない場合は、イオン成分のみの分析を行った。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 2013 年度と比べ、苓北町は 373.6mm 増加した。一方で、八代市 218.9mm、阿蘇市 256.7mm、宇土市 193.2mm と、それぞれ減少した。苓北町では、2013 年度¹⁾の 7 月から 9 月にかけて、他の 3 地点よりも少雨傾向であったものが、2014 年度においては、宇土市及び八代市と比べ、同時期の降水量が増加したため、相対的に年間降水量が上昇したと思われる。

なお、阿蘇市においては、6 月は少雨であったことに加え、一部の雨水（雨量計の降水量：313.5mm）が貯水槽

表1 イオン成分総括表^{注1)}

調査地点		pH	EC μS/cm	Cl ⁻ μg/mL	NO ₃ ⁻ μg/mL	SO ₄ ²⁻ μg/mL	H ⁺ μg/mL	Na ⁺ μg/mL	NH ₄ ⁺ μg/mL	K ⁺ μg/mL	Mg ²⁺ μg/mL	Ca ²⁺ μg/mL	年間降水量 ^{注2)} mm
苓北町 ^{注3)}	平均	4.81 (4.71)	23 (26)	3.0 (2.9)	0.75 (0.92)	1.7 (2.0)	0.015 (0.020)	1.7 (1.7)	0.21 (0.24)	0.19 (0.19)	0.22 (0.18)	0.24 (0.32)	1774.0 (1400.4)
	n=37												
	最高	5.13	83	15	2.1	4.5	0.052	9.0	0.54	0.63	1.1	0.59	
	最低	4.29	9.3	0.33	0.40	0.74	0.0074	0.14	0.087	0.056	0.027	0.065	
八代市 ^{注4)}	平均	4.67 (4.86)	17 (14)	0.58 (0.87)	0.82 (0.78)	1.8 (1.4)	0.021 (0.014)	0.33 (0.51)	0.34 (0.32)	0.041 (0.060)	0.046 (0.070)	0.15 (0.20)	1606.5 (1825.4)
	n=43												
	最高	4.97	36	2.1	2.6	3.8	0.044	1.3	0.69	0.14	0.19	0.67	
	最低	4.36	9.1	0.15	0.45	1.1	0.011	0.069	0.23	0.016	0.0084	0.067	
阿蘇市 ^{注5)}	平均	4.26 (4.54)	35 (23)	1.9 (1.3)	0.78 (1.1)	2.3 (1.9)	0.054 (0.029)	0.30 (0.45)	0.34 (0.49)	0.073 (0.14)	0.086 (0.077)	0.32 (0.24)	2199.2 (2455.9)
	n=43												
	最高	5.09	180	15	1.9	8.6	0.31	1.6	0.80	0.31	0.50	2.9	
	最低	3.51	9.4	0.56	0.33	0.93	0.0081	0.077	0.18	0.037	0.037	0.073	
宇土市	平均	4.65 (4.69)	16 (15)	0.56 (0.62)	0.75 (0.75)	1.6 (1.4)	0.023 (0.021)	0.29 (0.33)	0.26 (0.27)	0.041 (0.038)	0.044 (0.046)	0.11 (0.12)	1775.1 (1968.3)
	n=48												
	最高	4.93	40	3.2	1.7	3.2	0.042	1.9	0.53	0.11	0.25	0.33	
	最低	4.37	8.3	0.093	0.31	0.76	0.012	0.020	0.11	0.012	0.0051	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: 2013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) 2014年7月22日～2014年10月6日まで、欠測(降水量のみ測定)

注4) 2014年8月4日～2014年8月18日まで、欠測

注5) 2014年4月7日～2014年4月14日まで、欠測

をオーバーフローしたため、計算上降水量が減少した。

pHの年平均値は、苓北町 4.81、八代市 4.67、阿蘇市 4.26、宇土市 4.65 であり、2013 年度と比べ-0.28～0.10 の値を示し、特に阿蘇市の変化が大きかった。

ECの年平均値は、苓北町 23 μS/cm、八代市 17 μS/cm、阿蘇市 35 μS/cm、宇土市 16 μS/cm であり、2013 年度と比べ-3～12 μS/cm の値を示した。なお、12 μS/cm 増加したのは阿蘇市であった。

イオン成分のうち、主に海塩由来成分である Cl⁻、Na⁺ 及び Mg²⁺の年平均濃度は、苓北町が最も高く、2013 年度よりそれぞれ 3.4、0、22.2%の変動があった。また、他の 3 地点では、八代市が-33.3、-35.3、-34.3%、阿蘇市が 46.2、-33.3、11.7%、宇土市が-9.7、-12.1、-4.3%の変動であった。特に阿蘇市の Cl⁻が増大した。降水の酸性化物質である NO₃⁻及び SO₄²⁻の年平均濃度は、2013 年度より苓北町が-18.5、-15.0%、八代市が 5.1、28.6%、阿蘇市が-29.1、21.1%、宇土市が 0、14.3%の変動であった。

2 経月変化

表 2 に 2014 年度の調査 4 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 2014 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、阿蘇市の 2 月の 3.51 が最も低く、苓北町及び宇土市においても 2 月が最も低かった。また、八代市は 1 月が最も低かった。概して冬季(12 月～2 月)に pH が低い傾向であった。pH が低かった月の降水量を見ると、4 地点とも降水量が少なく、降水量が少ないと降水中の成分濃度が高くなり、pH は低くなったと考えられる。なお、阿蘇市の pH の月別変化を 2013 年度¹⁾と比較すると、冬季の低下が大きかった。これは例年の冬季の降水量による pH の低下に加えて、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たものと考えられる。

また、降水量は 6 月～8 月が多く、3 ヶ月間を合計すると、苓北町で 916.4mm、八代市で 647.3mm、阿蘇市で 898.7mm、宇土市で 702.9mm であった。一方で、イオン成分沈着量は、苓北町は 10 月が最も多く、八代市及び宇土市は 3 月が最も多く、阿蘇市は 2 月が多かった。4 地点の年間沈着量を比較すると、阿蘇市が 500meq/m²と最も多く、以下、苓北町 330meq/m²、八代市 210meq/m²、宇土市 210meq/m²の順であった。

さらに、表 2 及び図 2 により、苓北町の Cl⁻と Na⁺のイオン成分沈着量が、他のイオンと比較すると多い結果とな

表2 月平均（加重平均）pH及びECと月別イオン成分沈着量

調査地点	月	試料数	降水量 mm	pH	EC μS/cm	Cl ⁻ meq/m ²	NO ₃ ⁻ meq/m ²	SO ₄ ²⁻ meq/m ²	H ⁺ meq/m ²	Na ⁺ meq/m ²	NH ₄ ⁺ meq/m ²	K ⁺ meq/m ²	Mg ²⁺ meq/m ²	Ca ²⁺ meq/m ²	月間沈着量 meq/m ²
芥北町	4月	4	80.5	4.52	24	2.8	1.1	4.0	2.4	2.2	1.5	0.16	0.56	0.69	15
	5月	3	127.4	5.13	9.3	1.7	0.94	2.8	0.94	1.2	1.0	0.18	0.39	1.8	11
	6月	4	235.3	5.01	10	2.2	2.8	5.4	2.3	1.4	3.6	0.73	0.51	2.2	21
	注1)7月	3	376.9	5.09	10	8.6	2.4	5.8	3.1	7.9	1.8	0.94	1.8	1.2	34
	注1)8月	0	304.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	注1)9月	0	219.9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	10月	3	130.2	4.95	49	36	1.2	6.8	1.4	33	0.83	1.3	7.8	3.8	92
	11月	3	30.1	4.77	20	2.0	0.59	1.2	0.51	1.8	0.49	0.10	0.55	0.42	7.7
	12月	3	69.6	4.41	83	30	1.4	6.5	2.7	27	1.3	0.74	6.2	1.6	77
	1月	4	69.9	4.59	40	13	1.3	4.0	1.8	9.9	1.1	0.42	2.5	1.4	35
	2月	4	52.7	4.29	42	3.8	1.8	4.0	2.7	3.4	1.6	0.17	0.87	0.72	19
	3月	6	77.3	4.76	26	5.6	1.5	3.6	1.3	5.0	1.6	1.2	1.2	1.1	22
	年間合計	37	1774.0			110	15	44	19	93	15	5.9	22	15	330
八代市	4月	4	64.1	4.66	20	1.1	1.2	3.3	1.4	0.55	1.5	0.11	0.34	1.1	11
	5月	3	123.9	4.84	11	1.2	1.0	3.4	1.8	0.81	1.6	0.11	0.21	0.82	11
	6月	4	306.2	4.92	9	1.3	2.2	6.9	3.7	0.91	4.3	0.13	0.21	1.0	21
	7月	3	231.7	4.83	11	1.9	2.3	5.4	3.4	1.6	3.1	0.12	0.41	0.77	19
	注2)8月	2	109.4	4.62	18	1.8	1.1	4.3	2.6	1.5	2.1	0.14	0.30	0.49	14
	9月	6	205.8	4.50	20	2.7	2.6	9.4	6.4	2.3	4.0	0.15	0.49	0.78	29
	10月	3	121.5	4.97	10	2.0	1.2	3.2	1.3	2.0	1.9	0.10	0.46	0.50	13
	11月	3	81.6	4.80	13	1.4	0.91	2.3	1.3	1.5	1.1	0.054	0.36	0.45	9.4
	12月	3	49.3	4.47	31	3.0	1.1	2.9	1.7	2.8	1.3	0.10	0.70	0.62	14
	1月	3	60.0	4.36	36	3.1	1.7	4.2	2.6	2.9	1.9	0.11	0.73	0.85	18
	2月	3	46.7	4.46	35	2.6	2.0	3.7	1.6	2.7	1.8	0.16	0.72	1.6	17
	3月	6	206.3	4.52	24	4.4	3.9	11.0	6.1	3.6	5.8	0.40	1.2	2.9	39
	年間合計	43	1606.5			27	21	60	34	23	30	1.7	6.1	12	210
阿蘇市	注3)4月	3	83.0	4.15	50	5.8	2.6	7.4	5.8	2.1	3.7	0.41	1.1	2.0	31
	5月	2	188.1	4.37	25	6.4	1.0	6.4	8.0	0.75	1.9	0.26	0.71	1.1	27
	6月	4	185.7	4.15	40	11	1.1	7.4	13	0.63	2.4	0.21	0.80	1.0	38
	7月	4	392.9	4.48	22	6.8	5.1	16	13	3.1	7.0	0.39	1.2	1.9	54
	8月	4	320.1	4.60	18	6.7	2.5	9.7	8.0	3.1	4.5	0.40	1.0	1.9	38
	9月	5	237.3	4.31	29	6.4	3.2	11	12	2.0	4.3	0.22	0.80	0.86	41
	10月	3	118.0	5.09	9	1.9	0.77	2.3	1.0	1.5	1.5	0.18	0.45	0.76	10
	11月	3	82.3	4.41	24	2.7	0.87	2.7	3.2	1.1	1.2	0.084	0.33	0.46	13
	12月	3	57.1	3.95	73	8.8	1.3	5.0	6.3	3.9	1.3	0.22	1.3	2.3	30
	1月	4	99.1	3.82	94	20	3.0	11	15	4.6	3.7	0.44	2.5	5.2	65
	2月	3	83.9	3.51	180	34	1.4	15	26	3.4	2.2	0.65	3.4	12	98
	3月	5	351.7	4.63	20	9.2	4.9	13	8.1	3.0	8.0	0.63	1.9	5.8	55
	年間合計	43	2199.2			120	28	110	120	29	42	4.1	15	35	500
宇土市	4月	4	100.7	4.50	22	1.5	1.6	4.4	3.2	1.2	1.9	0.14	0.36	0.81	15
	5月	3	141.7	4.85	10	0.69	0.84	3.1	2.0	0.34	1.0	0.090	0.14	0.47	8.7
	6月	4	318.1	4.89	8	0.83	1.6	5.1	4.1	0.28	2.0	0.10	0.13	0.57	15
	7月	4	210.3	4.93	11	1.7	1.9	4.5	2.4	1.3	2.5	0.30	0.50	1.5	17
	8月	4	174.5	4.82	10	1.8	1.2	3.1	2.6	1.4	1.2	0.090	0.36	0.37	12
	9月	6	183.3	4.38	24	2.3	2.5	8.4	7.5	1.3	3.1	0.10	0.35	0.51	26
	10月	3	136.9	4.65	16	2.0	1.5	3.8	3.0	1.8	1.9	0.10	0.42	0.36	15
	11月	3	68.2	4.69	13	1.0	0.55	1.6	1.4	0.90	0.41	0.045	0.22	0.24	6.4
	12月	3	83.3	4.38	40	7.5	2.3	5.5	3.4	6.9	2.3	0.23	1.7	1.4	31
	1月	4	62.5	4.83	17	3.0	1.7	4.1	0.92	2.6	1.9	0.13	0.66	0.97	16
	2月	4	56.4	4.37	29	1.1	1.3	3.4	2.4	1.0	1.5	0.085	0.29	0.58	12
	3月	6	239.2	4.53	22	4.5	4.4	10	6.9	3.6	5.7	0.46	1.2	2.4	39
	年間合計	48	1775.1			28	21	57	40	23	25	1.9	6.3	10	210

注1) 2014年7月22日～2014年10月6日まで、欠測(降水量のみ測定)

注2) 2014年8月4日～2014年8月18日まで、欠測

注3) 2014年4月7日～2014年4月14日まで、欠測

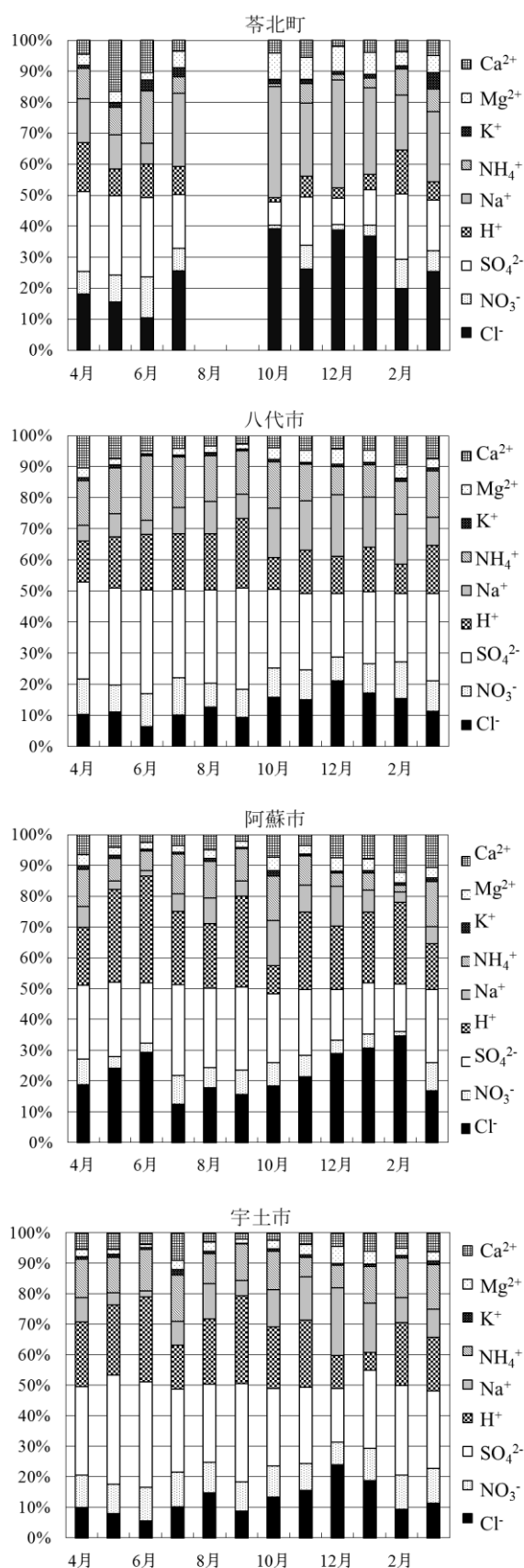


図2 月間沈着量に対する各イオン成分
沈着量の割合

った。苓北町は天草西海に面しているため、海塩由来と推測される。特に、10月には台風が九州南部に上陸しており、その影響があったと考えられる。また、12月は長雨傾向であり、かつ、海に面した西及び北からの風が主風向であったため、イオン成分の増加につながったと示唆される。一方、山間部である阿蘇市の Na^+ に対して Cl^- のイオン成分沈着量が2013年度¹⁾に続き非常に多く、バランスが取れていない。よって、何かしらの非海塩由来の汚染があったと考えられ、阿蘇火山由来の火山性ガスの影響が示唆される。

また、降水の酸性化成分である SO_4^{2-} について、海塩由来の ss-SO_4^{2-} を除いた非海塩性成分 nss-SO_4^{2-} 月間沈着量の経月推移を図3に示した。図3から、 nss-SO_4^{2-} 月間沈着量は阿蘇市以外の3地点で苓北町の3月を除いてほぼ同様な季節変動を示した。一方、阿蘇市は7月と1月及び2月の沈着量が多く、他の3地点と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、火山性ガスの影響が示唆された。特に2013年度¹⁾と比較し、1~2月に阿蘇市における nss-SO_4^{2-} の増加は、阿蘇中岳の噴火による影響があると考えられる。

また、九州全域での降水中のイオン成分濃度が冬期に上昇する傾向にあり、九州北部は特に濃度が高くなる。このことから、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⁵⁾、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、 nss-SO_4^{2-} は中国の排出量と相関関係にあることが報告されている⁶⁾。

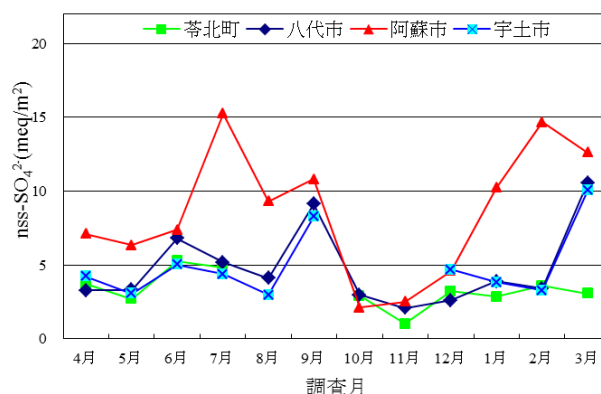


図3 nss-SO_4^{2-} 月間沈着量の推移

3 経年変化

調査開始年度から2014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

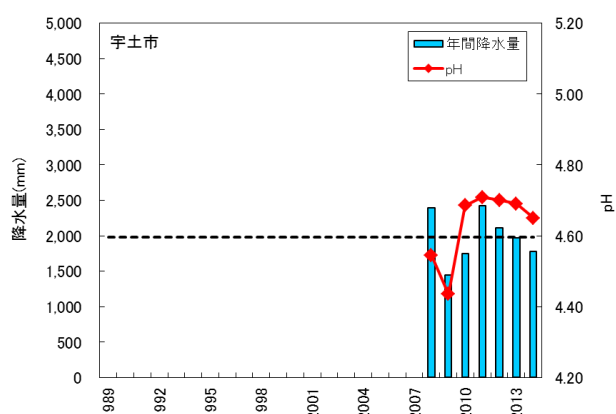
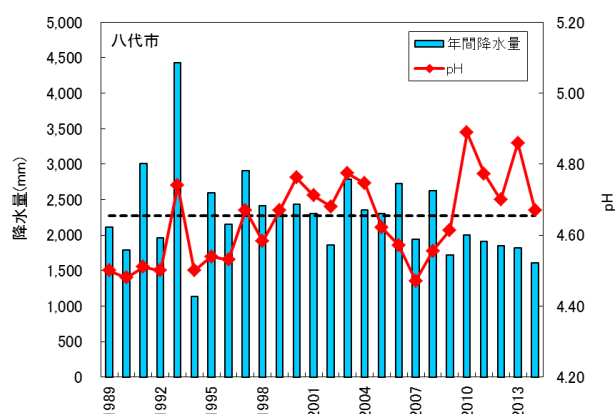
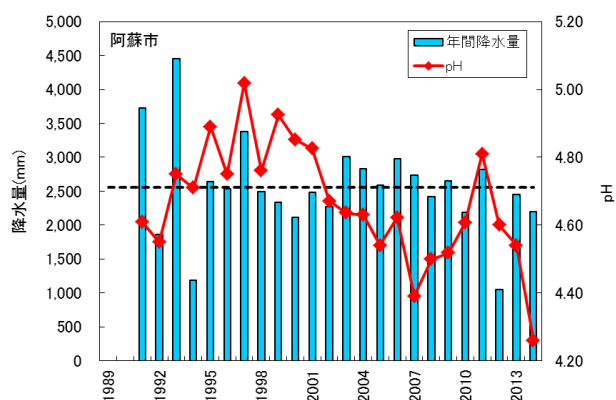
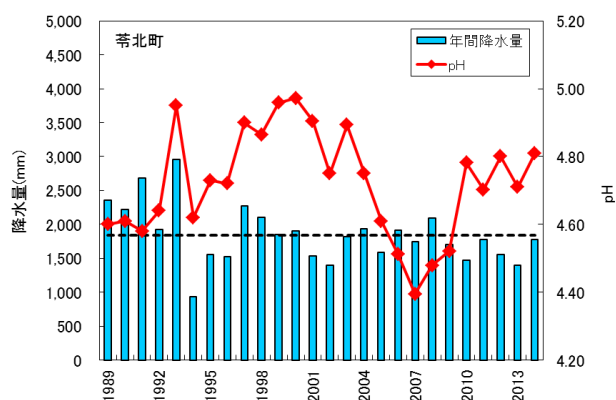


図 4 年間降水量及び年平均 pH の推移

※点線：調査開始年度から 2014 年度までの平均降水量

図 4 に、また、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。

2000 年度以降、荅北町、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、荅北町は 2010 年度から年平均 pH は 4.70～4.80 で推移している。八代市は 2010 年度から下降に転じ、その後上昇・下降を繰り返している。阿蘇市は 2011 年度から下降に転じ、特に 2014 年度は急激に低下した。また、宇土市は 2011 年度から緩やかな下降に転じている。

次に、 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 2005～2007 年度までは、荅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、八代市、荅北町及び宇土市の 3 地点は差が小さくなってきている。一方、阿蘇市は 2007 年度から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。なお、2012 年度は、九州北部豪雨の影響で測定期間が約 4 ヶ月間と例年より短くなっているため、沈着量は例年に比較して少なくなり、同列には扱えない。

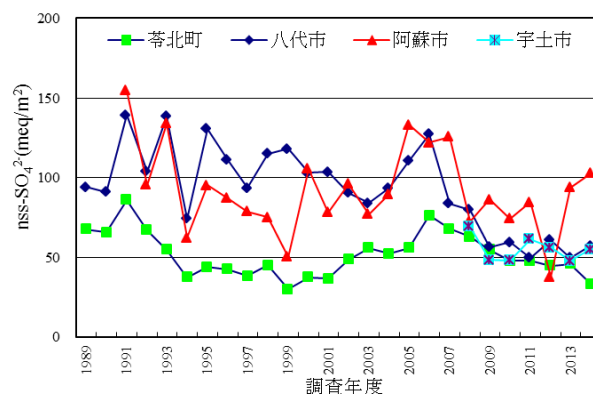


図 5 nss-SO_4^{2-} 年間沈着量の推移

この阿蘇市の nss-SO_4^{2-} の増加の要因については、阿蘇火山の火山性ガスによる影響が示唆されるが、引き続き注視していく必要がある。

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。

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 ⁻ meq/m ²	NO ₃ ⁻ meq/m ²	SO ₄ ²⁻ meq/m ²	H ⁺ meq/m ²	Na ⁺ meq/m ²	NH ₄ ⁺ meq/m ²	K ⁺ meq/m ²	Mg ²⁺ meq/m ²	Ca ²⁺ meq/m ²	年間沈着量 meq/m ²
苓北町	1989	2358.7	4.60	22	130	21	80	59	100	26	3.1	26	21	470
	1990	2215.1	4.61	28	230	21	87	54	180	23	4.9	48	22	670
	1991 ⁽¹⁾	2678.1	4.58	55	820	29	170	70	700	34	17	180	49	2100
	1992 ⁽¹⁾	1928.4	4.64	34	310	23	96	44	240	34	6.6	63	34	850
	1993 ⁽¹⁾	2961.8	4.95	20	270	19	80	33	210	23	8.2	59	32	740
	1994	928.8	4.62	24	58	14	42	22	44	17	2.8	12	18	230
	1995	1557.6	4.73	20	100	18	53	29	79	22	3.1	19	14	340
	1996	1520.0	4.72	28	190	17	62	29	160	22	8.5	36	20	540
	1997	2276.3	4.90	18	180	16	56	29	150	22	6.5	36	14	510
	1998	2108.6	4.86	17	120	18	57	29	100	27	7.2	24	17	400
	1999	1848.3	4.96	16	110	13	42	20	99	16	3.9	23	12	340
	2000	1899.8	4.97	14	75	16	45	20	65	19	3.9	15	22	280
	2001	1532.8	4.90	16	72	14	44	19	63	17	4.5	15	13	260
	2002	1394.9	4.75	26	130	22	62	25	110	25	5.7	27	16	420
	2003	1814.0	4.89	26	180	29	76	23	150	27	8.5	39	40	570
	2004 ⁽¹⁾	1938.0	4.75	78	900	28	150	34	780	24	31	180	50	2200
	2005 ⁽¹⁾	1591.7	4.61	48	320	26	92	39	300	22	12	65	24	900
	2006 ⁽¹⁾	1912.5	4.51	32	210	31	98	58	180	32	5.7	41	20	670
	2007	1741.0	4.39	25	110	26	79	70	95	27	3.8	22	17	450
	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 ⁽⁴⁾	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 ⁽⁷⁾	1774.0	4.81	23	110	15	44	19	93	15	5.9	22	15	330
八代市	1989	2112.2	4.50	22	60	22	98	57	33	52	2.3	12	24	370
	1990	1789.4	4.48	25	72	20	96	59	44	48	3.1	12	19	370
	1991 ⁽¹⁾	3004.9	4.51	24	140	34	150	93	90	72	0.51	2.5	28	610
	1992	1960.6	4.50	25	80	26	110	62	53	58	3.6	14	24	430
	1993 ⁽¹⁾	4424.5	4.74	19	250	42	160	81	180	77	12	51	44	900
	1994	1136.1	4.50	28	55	25	78	36	35	47	2.0	9.9	24	310
	1995	2594.6	4.54	24	120	42	140	75	79	77	4.9	23	34	590
	1996	2148.6	4.53	25	100	40	120	63	74	82	3.8	20	34	540
	1997	2907.3	4.67	17	74	35	100	62	54	62	3.3	14	20	420
	1998	2411.5	4.58	20	61	36	120	63	41	73	3.1	12	33	440
	1999 ⁽¹⁾	2360.4	4.67	25	130	46	130	50	100	77	4.8	25	43	610
	2000	2438.5	4.76	19	80	41	110	42	58	69	3.1	17	48	470
	2001	2302.4	4.71	19	70	37	110	44	54	69	3.4	14	30	430
	2002	1863.3	4.68	21	59	38	96	39	46	68	2.8	12	24	380
	2003	2788.9	4.77	18	85	47	110	46	67	82	5.1	16	23	480
	2004	2356.4	4.75	22	120	44	110	42	99	62	5.2	24	35	540
	2005	2305.2	4.62	19	110	45	120	53	83	65	6.6	21	31	530
	2006	2722.5	4.57	20	98	62	140	72	78	83	4.2	20	33	590
	2007	1946.0	4.47	20	67	31	91	65	59	42	2.4	13	25	390
	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 ⁽⁴⁾	1606.5	4.67	17	27	21	60	34	23	30	1.7	6.1	12	210
阿蘇市	1991	3729.9	4.61	18	77	34	160	92	47	70	8.6	11	31	530
	1992	1861.2	4.55	24	73	22	100	52	39	41	5.4	14	58	400
	1993	4452.6	4.75	14	93	32	140	79	50	45	5.8	15	48	510
	1994	1190.8	4.71	19	33	17	65	23	22	27	5.4	7.9	31	230
	1995	2637.2	4.89	14	57	30	100	34	40	69	7.3	14	38	390
	1996	2540.6	4.75	15	53	28	92	45	39	53	4.6	12	30	360
	1997	3383.9	5.02	10	52	31	84	32	41	50	8.5	18	37	350
	1998	2494.8	4.76	13	31	26	78	43	26	40	4.0	9.1	29	290
	1999	2337.0	4.92	10	25	19	53	28	23	27	2.4	6.7	11	190
	2000	2114.3	4.85	28	44	31	110	30	38	76	7.0	15	57	410
	2001	2483.4	4.83	14	38	23	82	37	31	57	6.8	9.7	18	300
	2002	2268.1	4.67	18	48	29	100	48	32	60	7.8	8.1	16	350
	2003	3007.4	4.64	19	80	30	87	62	42	60	7.0	10	20	400
	2004	2829.9	4.63	20	100	31	96	65	57	56	9.5	14	23	450
	2005	2590.9	4.54	23	74	38	140	74	56	61	8.3	17	29	500
	2006	2982.5	4.62	17	43	39	130	71	32	67	4.2	11	29	420
	2007	2736.7	4.39	19	51	41	130	110	38	67	3.7	11	29	480
	2008 ⁽²⁾	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 ⁽⁵⁾	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 ⁽⁴⁾	2199.2	4.26	35	120	28	110	120	29	42	4.1	15	35	500
宇土市	2008	2389.6	4.55	16	38	25	72	65	29	35	2.8	8.0	13	290
	2009 ⁽³⁾	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 ⁽⁶⁾	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

(1) 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 (2) 欠測月(9月, 10月)を含む (3) 欠測月(2月, 3月)を含む

(4) 試料未回収を含む (5) 九州北部豪雨の影響で2012年3月26日～2012年7月1日, 2013年2月25日～2013年3月25日の期間のみ測定

(6) 2013年9月2日～2013年12月2日まで降水量のみ測定分, 2014年1月24日～2月10日まで欠測を含む

(7) 2014年7月22日～2014年10月6日まで降水量のみ測定

文献

- 1) 古澤尚英，出納由美子；熊本県保健環境科学研究所報，**43**，82（2013）.
- 2) 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）.
- 3) 松本依子，上野一憲，今村 修；全国環境研会誌，**33**(4)，219（2008）.
- 4) 全国環境研協議会・酸性雨広域大気汚染調査研究部；酸性雨全国調査実施要領(平成26年度)，(2014）.
- 5) 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）.
- 6) 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）.

4) 熊本県内における放射能調査（平成 26 年度）

宮本 俊 北岡 宏道

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¹⁾。平成 26 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 26 年度）」及び既報¹⁾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、これらの調査結果は、九州の他の地点の平均値データ²⁾（29 地点：15～60nGy/h）と比較して特に高いレベルではなかった。

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 101 検体中 1 検体から検出されたが、その値は過去の値と同程度であった。

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³⁾人工放射性核種 ^{134}Cs 、 ^{131}I は平成 24 年度⁴⁾以降検出されていない。

人工放射性核種である ^{137}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、32Bq/kg 乾土と福島原発事故以前の全国データ（平成 22 年度

草地採取分検出試料数 42、平均 11Bq/kg 乾土、濃度範囲 0.87～50 Bq/kg 乾土）²⁾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る⁵⁾。ここで、 ^{137}Cs の半減期は約 30 年であるため現在でも微量ではあるが検出されている状況である。なお、 ^{40}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}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。

同様のモニタリング強化策として、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 37～45nGy/h 前後の低い濃度レベルで推移していた。

また、北朝鮮の地下核実験に伴うモニタリング強化策については、平成 26 年度は北朝鮮が核実験を実施しなかったため、行っていない。

まとめ

平成 26 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}Cs 及び ^{131}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) 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).

- 4) 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).

- 5) 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放射線量率調査結果 (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26年 4月	27	42	28	32	56	35	50	73	53
5月	27	44	28	32	63	35	50	73	53
6月	26	49	29	32	79	36	50	86	54
7月	26	41	28	32	71	34	49	67	52
8月	26	38	28	32	72	35	50	64	52
9月	27	48	29	32	63	35	50	72	53
10月	27	37	28	32	62	34	50	75	52
11月	27	43	28	32	60	35	50	73	53
12月	27	45	28	32	61	35	50	71	53
平成27年 1月	27	54	29	32	88	35	50	88	53
2月	27	46	29	32	61	35	50	71	53
3月	26	51	29	32	70	35	50	80	53
年間値	26	54	28	32	88	35	49	88	53
平成12～25年度の値 ^{※1,2}	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。

※2: 宇土市以外の地点は平成24年3月より測定開始。

表 1-2 モニタリングポストによる空間放射線量率調査結果 (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26年 4月	36	54	38	47	92	50	40	67	43
5月	36	62	38	48	82	50	40	80	43
6月	35	65	39	47	84	52	39	79	44
7月	35	38	37	47	74	50	39	69	42
8月	35	61	37	45	70	49	39	85	41
9月	36	63	38	47	65	50	40	61	42
10月	36	70	38	47	80	50	40	74	42
11月	36	54	38	47	67	50	40	58	42
12月	36	56	38	47	79	51	40	75	43
平成27年 1月	36	76	38	47	94	50	40	76	43
2月	36	60	38	47	76	50	41	69	43
3月	36	70	38	47	81	50	40	89	43
年間値	35	76	38	45	94	50	39	89	43
平成24～25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※1）

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 ²)
平成26年 4月	100.9	8	ND	ND	ND
5月	137.7	8	ND	ND	ND
6月	289.1	10	ND	ND	ND
7月	258.6	8	ND	ND	ND
8月	190.1	14	ND	ND	ND
9月	129.8	9	ND	ND	ND
10月	135.0	7	ND	ND	ND
11月	62.0	3	ND	ND	ND
12月	72.0	8	ND	ND	ND
平成27年 1月	89.6	7	ND	ND	ND
2月	59.9	9	ND	4.0	4.0
3月	156.3	10	ND	ND	ND
年間値	1681.0	101	ND	4.0	4.0
平成元～25年度の値			ND	7.4	ND～42※2

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 (^{137}Cs , ^{134}Cs)

試料名	調査地点	採取年月	検体数	^{137}Cs				^{134}Cs				単位
				平成26年度 最低値	平成26年度 最高値	平成元～原発事故前 最低値	平成元～原発事故前 最高値	原発事故後～平成25年度 最低値	原発事故後～平成25年度 最高値	平成26年度 最低値	平成26年度 最高値	
大気浮遊じん	宇土市	平成26年 4月 ～平成27年 3月	4	ND	ND	ND	ND	ND	0.050	ND	ND	mBq/m ³
月間降下物	宇土市	平成26年 4月 ～平成27年 3月	12	ND	ND	ND	0.36	ND	0.12	ND	ND	MBq/km ²
蛇口水	宇土市	平成26年 6月	1	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	mBq/L
土壌 (草地)	西原村	平成26年 8月	1	32	96	36	96	39	42	ND	ND	Bq/kg乾土
				600	23000	640	23000	410	730	ND	ND	MBq/km ²
精米	西原村	平成26年 8月	1	13	20	9.6	20	16	18	ND	ND	Bq/kg乾土
				780	1400	640	1400	1000	1200	ND	ND	MBq/km ²
野菜	合志市	平成26年10月	1	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	Bq/kg精米
				ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	Bq/kg生
荒茶	御船町	平成26年 5月	1	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	Bq/kg生
				ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	Bq/kg乾物
原乳	あさぎり町	平成26年 5月	2	ND	0.17	ND	1.4	ND	0.54	ND	ND	Bq/kg乾物
原乳	合志市	平成26年 8月	1	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 (^{131}I , ^{40}K)

試料名	調査地点	採取年月	検体数	^{131}I				^{40}K				単位
				平成26年度 最低値	平成26年度 最高値	平成元～原発事故前 最低値	平成元～原発事故前 最高値	原発事故後～平成25年度 最低値	原発事故後～平成25年度 最高値	平成26年度 最低値	平成26年度 最高値	
大気浮遊じん	宇土市	平成26年4月 ～平成27年3月	4	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	mBq/m ³
月間降下物	宇土市	平成26年4月 ～平成27年3月	12	ND	ND	ND	ND	ND	1.1	ND	3.9	MBq/km ²
蛇口水	宇土市	平成26年6月	1	ND	ND	ND	ND	ND	ND	120	260	mBq/L
土壌 (草地)	西原村	平成26年8月	1	ND	ND	ND	ND	ND	ND	240	290	Bq/kg乾土
				ND	ND	ND	ND	ND	ND	4000	8000	MBq/km ²
精米	西原村	平成26年8月	1	ND	ND	ND	ND	ND	ND	180	230	Bq/kg乾土
				ND	ND	ND	ND	ND	ND	12000	15000	MBq/km ²
野菜	合志市	平成26年10月	1	ND	ND	ND	ND	ND	ND	5	33	Bq/kg精米
				-	-	-	-	-	-	65	100	Bq/kg生
荒茶	合志市	平成26年5月	1	-	-	-	-	-	-	140	320	Bq/kg生
				-	-	-	-	-	-	260	300	Bq/kg生
原乳	合志市	平成26年5月	2	-	-	-	-	-	-	530	540	Bq/kg乾物
				-	-	-	-	-	-	480	790	Bq/kg乾物
原乳	合志市	平成26年8月	1	ND	ND	ND	ND	ND	ND	49	58	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。

5) 熊本県内河川における水生生物の変遷

谷口 智則

はじめに

河川における水生生物調査は、河川の中長期的な状態及び調査地点周辺の状態を比較的広範囲かつ簡便に知ることができる有用な手段であり、分析機器の使用や、特別に高度な知識が必要でないことから、環境教育の題材としても有用である。

近年では、水量・水質・水生生物等を含めた総合的な水環境の保全¹⁾を目指す動きが活発になっており、水生生物保全を目的とした、亜鉛²⁾、ノニルフェノール³⁾、LAS（直鎖アルキルベンゼンスルホン酸）⁴⁾といった物質の環境基準値が設定された。また、生物応答を用いた排水基準の設定に向けて環境省が調査を行うなど、水生生物を取り巻く状況は以前にも増して重要になっている。

熊本県では「みんなの川の水環境調査」を年度ごとに公表しており⁵⁾、小中学校、民間組織、NPO等が行った水生生物調査の結果などを掲載している。当所ではこの調査の一部として、現在の調査方法になった平成2年度から環境基準点を含む県内河川35地点を対象として、水生生物調査を行ってきた。そこで平成2年度から平成26年度に得られたデータを解析し、県内河川における水生生物の状況がどのように変遷したかについて考察を行った。

調査方法

(1) 調査期間

平成2年度～平成26年度の秋季(主に10月～11月)に行った。

(2) 調査地点

水生生物の調査を行った県内河川の35地点を図1に示す。各調査地点の河川の環境基準の類型も併せて図1に示した。

(3) 調査方法及び評価

熊本県HP上で環境保全課が公開している「川の水環境・調査のてびき」⁵⁾に基づき行った。水生生物の採取は、D型フレームネット(網目:約1.0mm)を用いて、水深約10～30cmの瀬においてキック・スイープ法により行った。調査した35地点の水生生物による川の水環境評価値(以下、「生物評価値」とする。)をそれぞれ求めた。生物評価値は熊本県独自の25種類の

指標生物種による方法で行った⁶⁾。この方法では河川の状態を25種の指標生物の出現状況によりⅠ:快適な水環境、Ⅱ:親しめる水環境、Ⅲ:不快を感じない水環境、Ⅳ:多少不快な水環境、Ⅴ:不快な水環境の5段階に分類することができる。カワゲラ類をはじめとする25種の指標生物及び具体的な評価方法については熊本県環境保全課HP⁵⁾を参照していただきたい。指標生物の同定は図説等^{7～12)}を参考とした。

35地点のうち、15番の小嵐山堰では平成8、10、11、12年度に河川工事の影響で、27番の立神峡では平成3、4年に渇水の影響で生物の採取が出来なかったため欠測とした。

また、生物評価値以外に、生物種の多様性をみるために、多様性指数(Diversity Index)を用いた評価も行った。多様性指数の計算はShannonの式により求めた。

$$H' = -\sum_{i=1}^S P_i \log_2 P_i$$

H' : 多様性指数(Diversity Index)

S : 群集に含まれる種の数

P_i : 種*i*の個体数が全体に含まれる割合

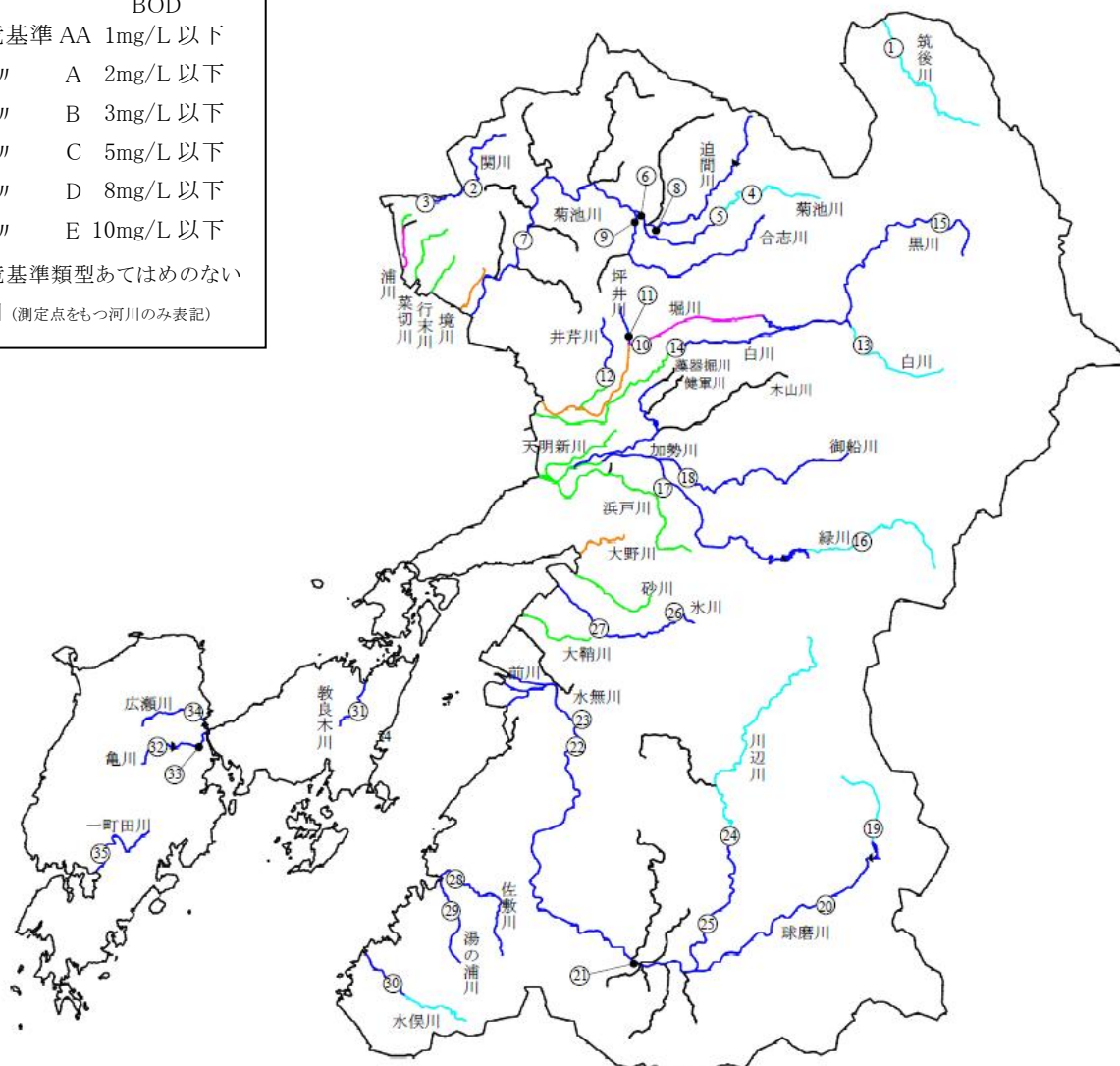
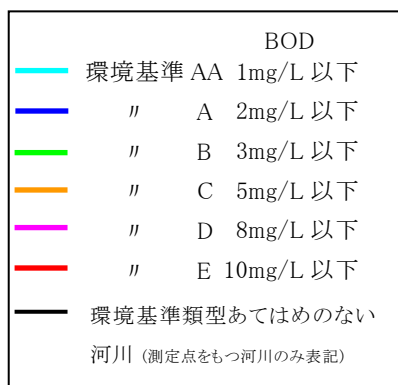
この場合、多様性指数は値が大きいほど、生物が偏りなく存在し、多様性に富んでいると評価される。

調査結果

1 生物評価値及び多様性指数

35の調査地点の生物評価値の経年変化について、図2-1、図2-2に示す。また、トレンドをみるための一次式による回帰直線を点線で示した。生物評価値は全ての地点において、概ね横ばいか改善が見られた。各河川の上流ほど生物評価値が良い傾向があり、古屋敷(19番)では平成2年度から現在まで、全ての調査で生物評価値Ⅰを保っている。

生物評価値の改善が著しい地点として、坪井川合流前(11番)、妙見橋(13番)、小嵐山堰(15番)があげられる。図3に生物評価値と、環境基準点として観測されたBOD値(年間75%値)の比較を示す。坪井川合流前では平成2年度～平成9年度にかけて生物評価値がⅤの状態が主であったが、それ以降はⅢの状態に改善されている。優先種はセスジユスリカ(Ⅴに分類)からユスリカ(Ⅲに分類)に移行している。坪井



※地図上の丸文字は下表の地点番号に対応

1. 杖立（筑後川）	10. 堀川合流前（坪井川）	19. 古屋敷（球磨川）	28. 梶橋（佐敷川）
2. 杉本橋（関川）	11. 坪井川合流前（堀川）	20. 中鶴橋（球磨川）	29. 広瀬橋（湯の浦川）
3. 助丸橋（関川）	12. 山王橋（井芹川）	21. 西瀬橋（球磨川）	30. 長野橋（水俣川）
4. 念仏橋（菊池川）	13. 妙見橋（白川）	22. 坂本橋（球磨川）	31. 倉江橋（教良木川）
5. 木庭橋（菊池川）	14. 吉原（白川）	23. 横石（球磨川）	32. 海老宇土橋（亀川）
6. 中富（菊池川）	15. 小嵐山堰（黒川）	24. 藤田（川辺川）	33. 草積橋（亀川）
7. 白石（菊池川）	16. 津留橋（緑川）	25. 川辺大橋（川辺川）	34. 法泉寺橋（広瀬川）
8. 高田橋（迫間川）	17. 乙女橋（緑川）	26. 白岩戸（氷川）	35. 一町田橋（一町田川）
9. 芦原（合志川）	18. 五庵橋（御船川）	27. 立神峽（氷川）	

図1 調査地点及び環境基準類型指定図

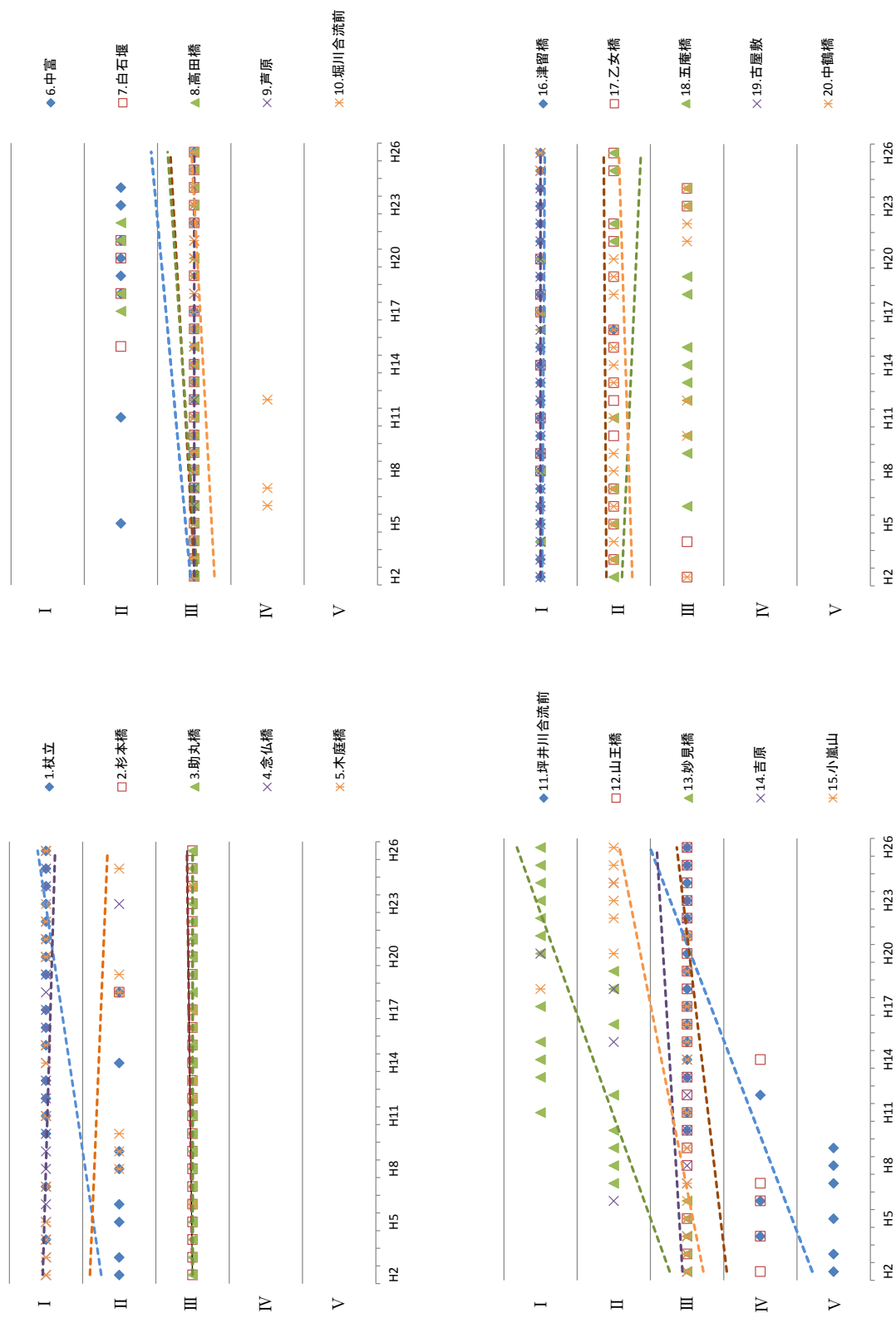


図 2-1 生物評価値の経年変化（地点番号 1～20）

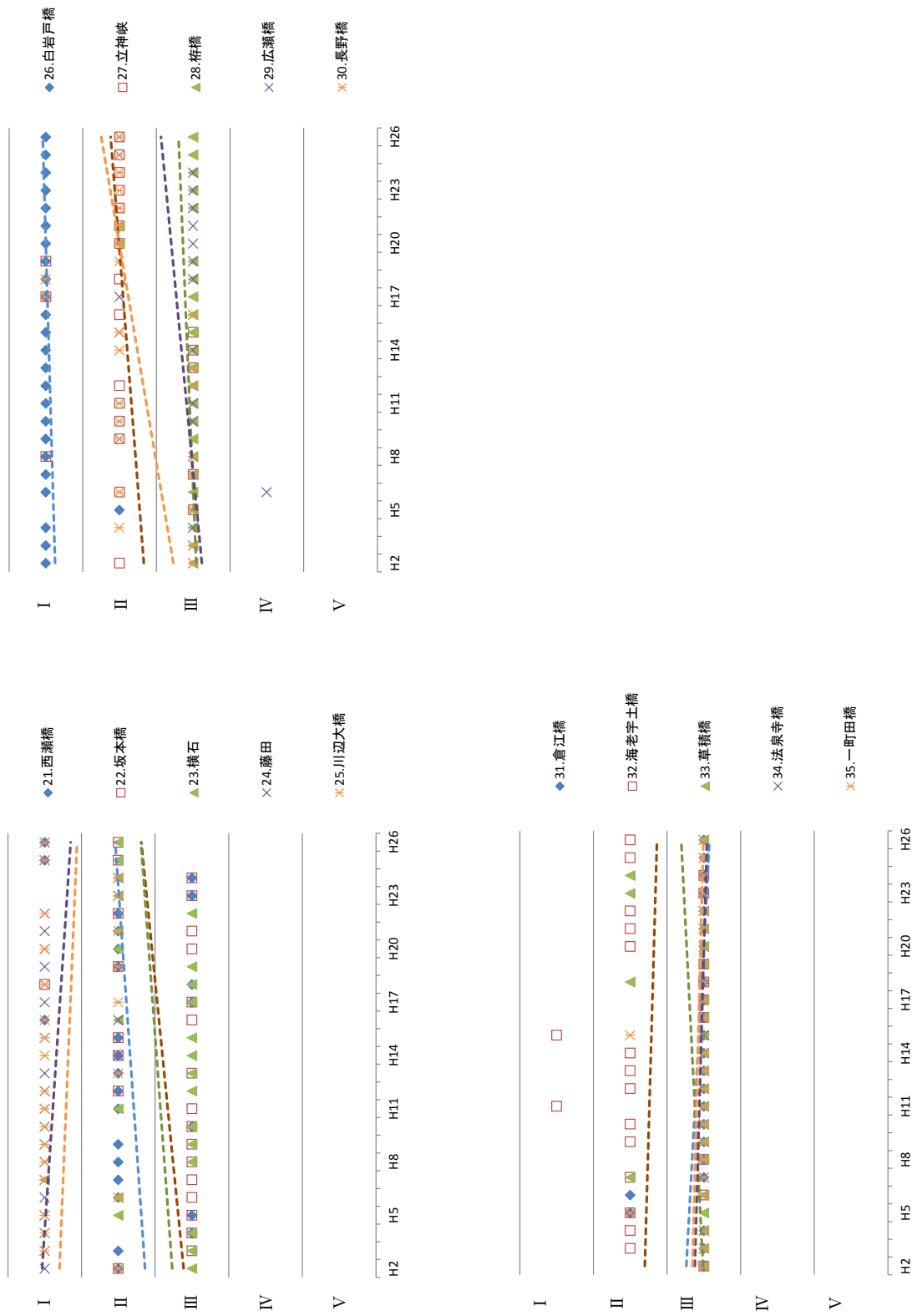


図 2-2 生物評価値の経年変化（地点番号 21～35）

川合流前は熊本市内を流れる河川で、特に生活排水の影響を受けやすく、市街地での生活排水の状況が変わったことにより生物評価値が改善されたと考えられる。過去の水質調査の結果から、BOD 値の減少とともに生物評価値が改善されていることが見て取れる。

妙見橋及び小嵐山堰はともに白川の上流、阿蘇山のカルデラ内の白川本流と白川の支流である黒川に位置する地点である。熊本県内の他の一級河川と比較して、カルデラ内での流域面積はあまり広くなく、勾配はゆるやかである。2 か所とも優先種は主にコカゲロウやコガタシマトビケラ（Ⅲに分類）であるが、平成 7 年まではⅠ～Ⅱ類に分類される指標生物がほとんど見られなかったのに対して、平成 8 年以降はⅠやⅡに分類される指標生物の種数が増加し、生物評価値が改善されている。BOD 値（年間 75%値）との比較を図 3 に示す（小嵐山堰は環境基準点ではないため、近傍の環境基準点である「白川合流前」の BOD 値と比較している）。図 3 から妙見橋では BOD の減少が見られており、生物評価値の改善に寄与していると考えられた。小嵐山堰は平成 13 年までの河川工事が完了するまで大正橋という地点で生物の採取が行われており、河川工事により大正橋の水深が深くなり生物採取が困難になったため、以降、小嵐山堰に採取場所を移している。小嵐山堰（大正橋）の 25 種の生物種の変遷を図 4 に示す。BOD 値が横ばいでありながら生物の状況が好転したのは地点を移動し、川底の状態がよりよい場所で採取を行うことになったためであると考えられる。本調査では生物評価値以外にも、川底の評価値（川底の藻類の生育状況などから算出、本報では詳細を割愛）等も記録しており、川底の評価が上がっていることも確認されている。

生物評価値の改善が見られない地点で特異的な地点として、合志川に位置する芦原（9 番）があげられる。平成 2～26 年度までⅠ類に属する指標生物がほとんどみられないなどの状況が続いている。原因としては合志川に流入する温泉水等の混入の影響が考えられた¹³⁾。

調査地点の多様性指数の経年変化について図 5-1、5-2 に示す（多様性指数はどれだけ多くの種類が、均等に生息しているかの指標である。例として 5 種の水生生物が計 50 個体観測されたとして、各種 10 ずつ観測されるのと、1 種が 42 で残り 4 種が 2 ずつでは、前者の方が多様性指数は高くなる）。また、生物評価値と同様に、トレンドをみるための一次式による回帰直線を点線で示した。杉本橋（2 番）、助丸橋（3 番）の多

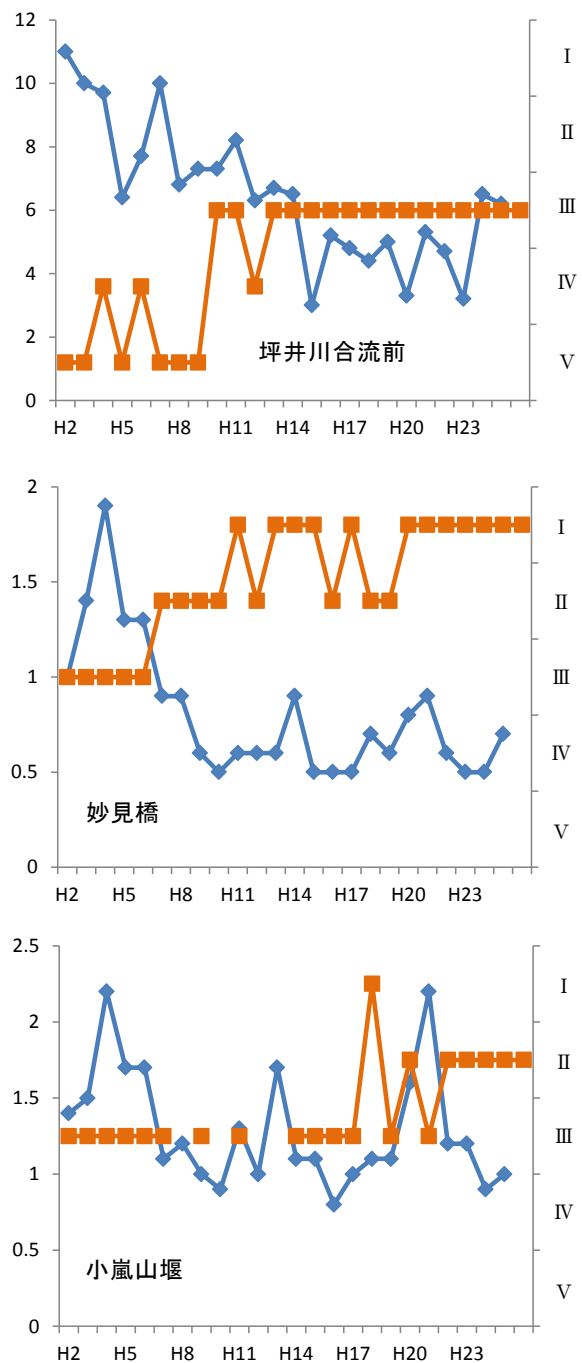


図 3 生物評価値（—■—）と BOD 値（—◆—，年間 75%値）の比較

様性指数の上昇が顕著である。共に関川の調査地点であり、平成 2～8 年頃まではコガタシマトビケラ（Ⅲに分類）が 7～9 割を占め、圧倒的多数であったが、それ以降に他の指標生物が徐々に現れ始め、ここ数年ではコガタシマトビケラの割合は平均して 5 割以下になるなど多様性が増していることが確認された。

一方、多様性指数が下がっている地点として、念仏橋（4 番）、津留橋（16 番）、古屋敷（19 番）、横石（23 番）、海老宇土橋（32 番）などがあった。念仏橋、津留橋及び古屋敷はそれぞれ、一級河川である菊池川、緑川、球磨川の最上流部の地点であり、これまで継続して良好な生物評価値を記録してきた地点でもある。指標生物の出現状況を見ると、念仏橋ではタニガワカゲロウ（Ⅱに分類）、津留橋と古屋敷ではコカゲロウ（Ⅲに分類）が優先種として増加しており、ともにカゲロウ類に属するグレイザー（川底の石等に付着する藻類を主食とする種）で、これらの種が優先的に増加したため、多様性指数が減少した。これについて、川底の藻類の状況との関係に注目したが、明確な理由は不明であった。今後も注視していく必要があると考えられる。また、横石は平成 2 年度では 10 種ほどの指標生物が観測されたが、それ以降生物種の数が減少しており、近年では 5 種ほどの観測に留まるのみで、生物評価値は横ばいだが、多様性指数からみると大きな減少を示している。海老宇土橋は、平成 2～8 年にかけて観測されていたヘビトンボ（Ⅱに分類）が観測されなくなるなど、特定の種がみられなくなったことにより、多様性指数が悪化した。

2 指標生物の生息状況が崩れた際の回復事例

指標生物の状況は、水害等の自然災害により河川の状態が変化することで大きく悪化することがある。熊本県では平成 24 年 7 月に九州北部豪雨による水害が発生し、白川が氾濫するなどの被害を生じた¹⁴⁾。この際にも指標生物の生息状況に大きな影響が生じると予想

された。平成 24 年度の妙見橋、小嵐山堰、吉原といった白川水系の調査地点の中で、特に吉原は地形が大きく変化するなどの変化を受けた。妙見橋、小嵐山堰などの上流部では影響が少なかったことに対し、中流域の吉原では平成 25 年度に一時的に、生物評価値の悪化、生物種の減少、生物数の減少、川底の状況の悪化といった影響を受けた。また、中流域～下流域で水害により指標生物の生息状況が悪化した他の事例として湯浦川に位置する広瀬橋（29 番）があげられる。平成 5 年の集中豪雨に続き平成 6 年の渇水により生物評価値が悪化し¹⁵⁾、ヒラタカゲロウ、マダラカゲロウ、タニガワカゲロウといったⅠ～Ⅱ類に属する指標生物の回復に 3 年近くかかっている（図 6）。一方、上流域での水害の例として平成 18 年 6 月の梅雨前線による豪雨がある。山都町を中心とした地域で発生し、影響を受けると予想された地点として緑川上流の津留橋（16 番）が考えられた。同年秋の調査では河川の形状の変化などの影響はあったが、指標生物への影響はほとんどなく生物評価値にも影響はなかった。これらの例から、上流域では指標生物の生息状況は比較的早く回復するのに対して、下流域では回復が遅いことが考えられる。各水害の規模にもよるため、厳密な比較は難しいが、上流域は渓流域が多く、比較的流れの速い場所が多いことから堆積物等が循環しやすいため回復が早く、下流域は平地流域が多く、比較的流れの遅い場所が多いことから堆積物等が循環しにくく、回復が遅れるものと考えられる。

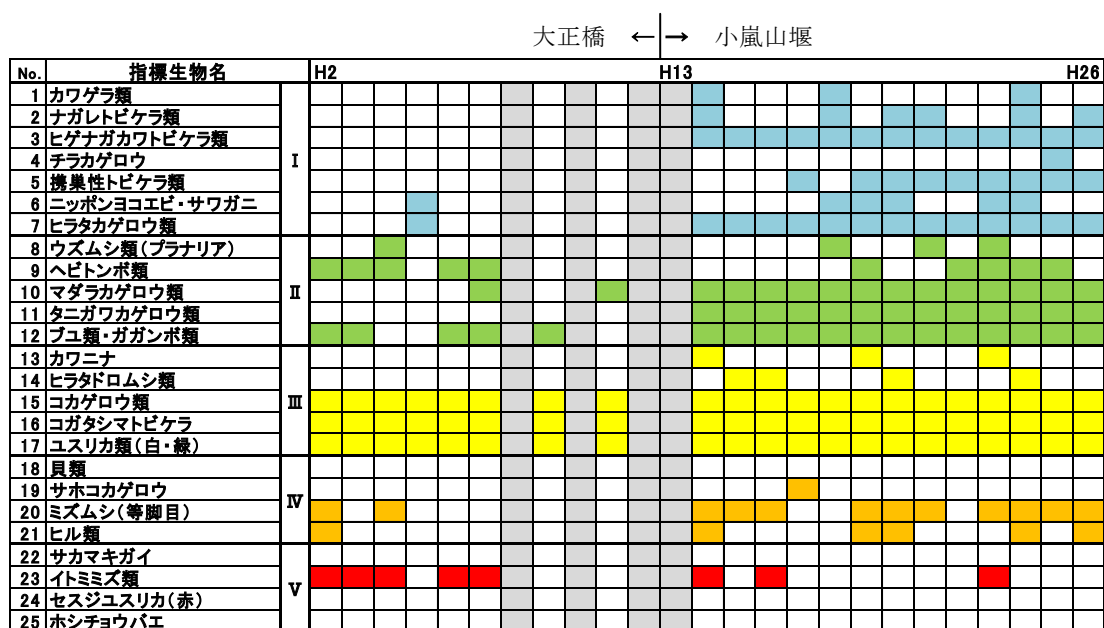


図 4 指標生物出現状況（小嵐山堰）

※縦軸は指標生物、横軸は年度、出現した種類について枠内を色づけしてある。

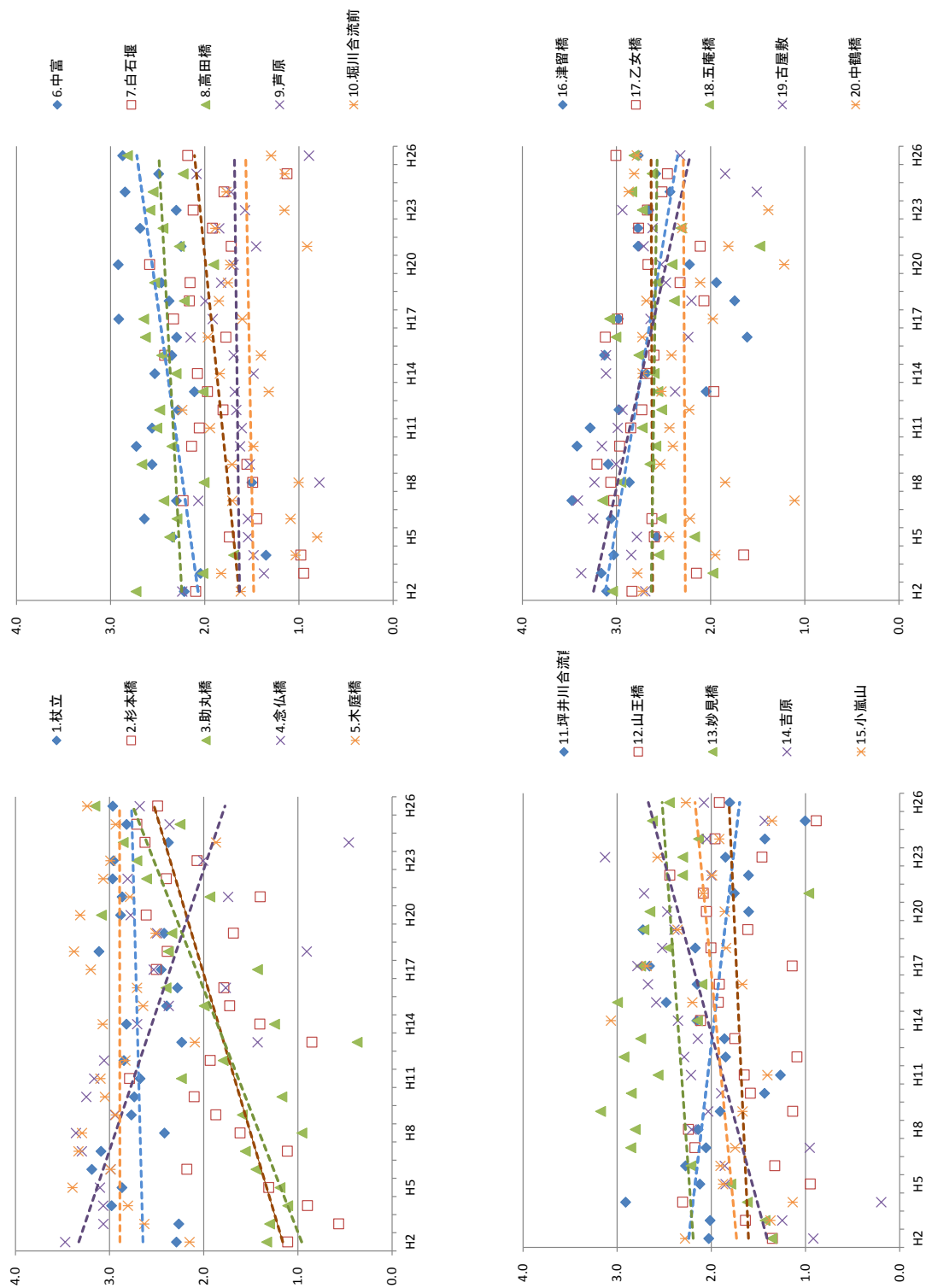


図 5-1 多様性指数の経年変化（地点番号 1～20）

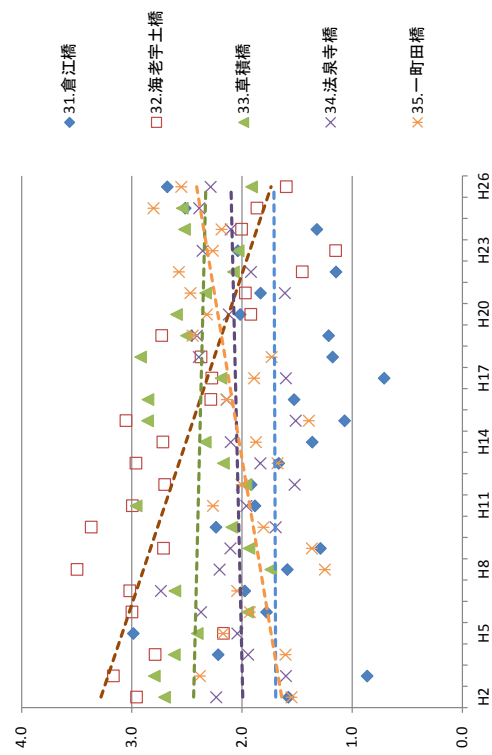
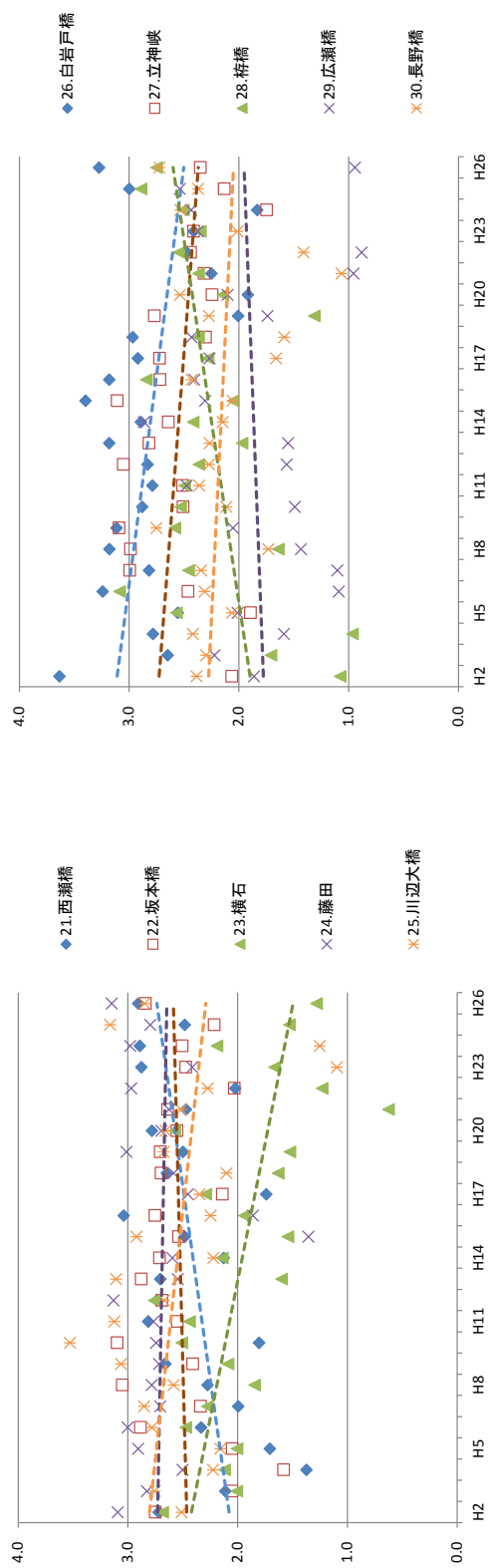


図 5-2 多様性指数の経年変化 (地点番号 21~35)

ま と め

熊本県内河川の平成2年から平成26年に行った水生生物調査について、生物評価値及び多様性指数の経年変化について考察した。

生物評価値は概ね横ばい、もしくは大きく改善された地点が多く、原因はBOD等の水質の改善によるものと考えられた。

多様性指数については、一部の河川で大幅に上昇していた。また、上流域に存在する地点の多様性指数が下がっている傾向を示した。多様性指数が減少した理由はグレイザー種の増加によるものであるが、グレイザー種が増加した理由は不明であり、今後注視する必要がある。

生物評価値は水害等により一時的に悪くなる場合があり、水害等により影響を受けた指標生物の回復について、上流ほど回復が早く、下流ほど回復が遅い傾向であることが示唆された。

文 献

- 1) 環境省：平成27年版 環境・循環型社会・生物多様性白書，p385（2015）。
- 2) 環境省環境管理局水環境部長通知：環境省告示第123号，平成15年11月5日。
- 3) 環境省水・大気環境局長通知：環境省告示第127号，平成24年8月22日。
- 4) 環境省水・大気環境局長通知：環境省告示第30号，平成25年3月27日。
- 5) 熊本県環境保全課 HP：水質保全の調査
http://www.pref.kumamoto.jp/hpkiji/pub/List.aspx?c_id=3&class_set_id=1&class_id=1473（平成27年6月）
- 6) 小田泰史，杉村継治，久保 清：用水と廃水，34，112（1992）。
- 7) 川合禎次編：“日本産水生昆虫検索図説”，（1985），東海大学出版会。
- 8) 谷田一三編，丸山博紀，高井幹夫著：“原色川虫図鑑”，（2000），（全国農村教育協会）。
- 9) 刈田 敏著：“水生昆虫ファイルⅠ”，（2002），（株式会社つり人社）。
- 10) 刈田 敏著：“水生昆虫ファイルⅡ”，（2002），（株式会社つり人社）。
- 11) 刈田 敏著：“水生昆虫ファイルⅢ”，（2002），（株式会社つり人社）。
- 12) 椎野季雄著：“水産無脊椎動物学”，（1969），（培風館）。
- 13) 谷口智則，永田武史，松崎達哉，小笹康人：熊本県保健環境科学研究所報，36，65（2006）。
- 14) 気象庁 HP：災害をもたらした気象事例
<http://www.data.jma.go.jp/obd/stats/data/bosai/report/>（H27年6月）。
- 15) 小田泰史，久保 清，策 俊郎，上本清次：熊本県保健環境科学研究所報，27，43（1997）。
- 16) 小田泰史，上本清次，久保 清：用水と廃水，42，p397（2000）。

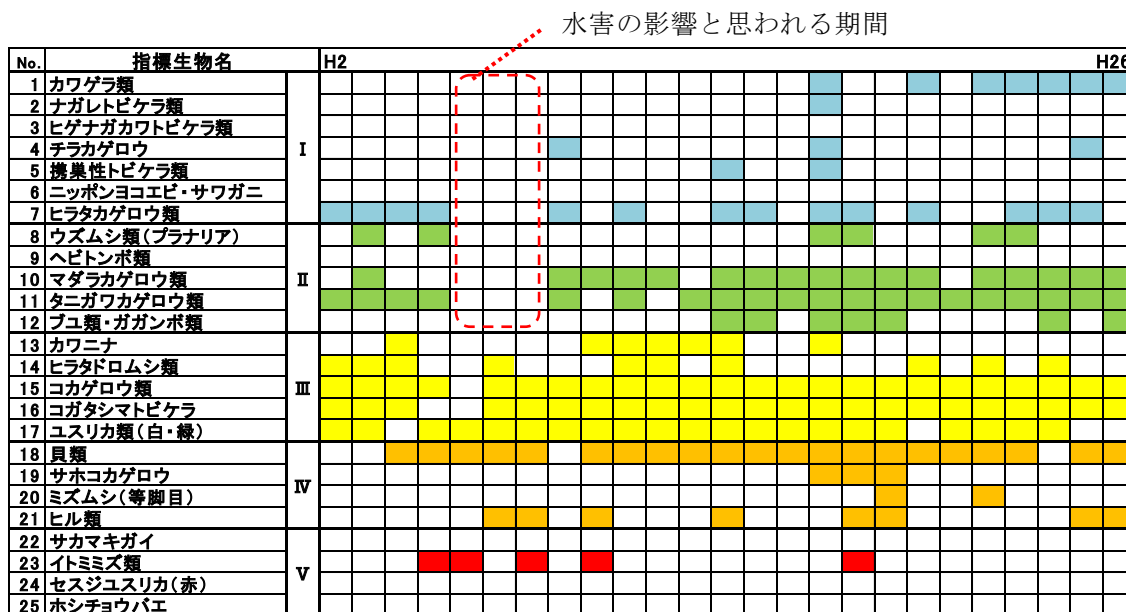


図6 指標生物出現状況（広瀬橋）

※縦軸は指標生物，横軸は年度，出現した種類について枠内を色づけしてある。