

高梁川・旭川および吉井川の 水質汚濁に関する研究

(1997年4月2日受理)

板野道弘

Studies on Water Pollution in the Takahashi, Asahi and Yoshii Rivers, Okayama Prefecture

Michihiro Itano

Key words: 高梁川, 旭川, 吉井川, 水質汚濁

はじめに

著者は1989年から1993年にかけて高梁川水系の水質汚濁について調査報告^{1~6)}してきた。この報告書の中で高梁川全体とその一支流である小田川の現況については、ある程度の基礎的データがまとめられたと考えている。

そこで今回は、岡山県を流れている高梁川・旭川および吉井川の汚濁の現況を把握すべく本調査をおこなった。これら三大河川に関連する水質状況は、建設省河川局が毎年まとめて「日本河川水質年鑑」*に掲載してある。さらには各都道府県政令市の水質規制担当官より資料の提供を受けて編集された「全国の水質規制値」にも一部項目について収録されている。また高梁川と旭川に関しては1968年の浮田等⁷⁾その翌年の東等の報告⁸⁾があり、両河川の当時の水質がそこに見て取れる。

この報文では今回おこなった調査結果を検討し、岡山県内の三大河川の水質汚濁現況とその特徴について若干の考察を加えてみた。なお、表1に三大河川の概要をまとめ、さらに岡山県の河川図を図1に示しておいた。

表1 三大河川の概要

河川名	水源地	流域面積 (Km ²)	幹川流路延長(Km)	支流数(本)
高梁川	新見市・花見山(標高1,188m)	2,670	111	84
旭川	川上村・朝鍋鷲山(標高1,081m)	1,800	142	132
吉井川	上斎原村・三国山(標高1,252m)	2,060	133	198

注) 支流数は4次までの数

*山海堂より出版されており掲載項目は、pH, BOD, COD, SS, DOと有機汚染指標が中心である。

表2 水質分析結果(その1)

調査地点	調査日	pH	総硬度	Na	Mg	K	Ca	Fe	Cu	Zn
			mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	μg/l	μg/l
T 1 高梁川 (湛井堰)	95. 8. 27	8. 14	51. 0	6. 25	1. 88	1. 31	12. 24	0	0	0
	10. 27	8. 32	59. 4	7. 85	2. 46	1. 71	14. 36	0	0	0
	12. 22	7. 97	55. 0	8. 64	2. 45	1. 33	13. 44	0	0	0
	96. 2. 27	7. 90	46. 3	8. 42	2. 29	1. 25	11. 60	0	0	0
	4. 27	8. 00	43. 0	7. 16	2. 11	1. 26	11. 09	0	0	0
T 2 高梁川 (川辺橋下)	95. 8. 27	8. 51	53. 6	6. 65	1. 89	1. 37	12. 52	0	0	0
	10. 27	8. 45	59. 5	8. 08	2. 46	1. 71	14. 19	0	0	0
	12. 22	8. 06	55. 0	8. 64	2. 47	1. 34	13. 44	0	0	0
	96. 2. 27	8. 25	48. 2	8. 36	2. 33	1. 23	11. 60	0. 02	0	0
	4. 27	8. 69	44. 0	7. 63	2. 12	1. 26	10. 97	0	0	0
T 3 高梁川 (酒津水門)	95. 8. 27	8. 25	55. 1	6. 76	1. 93	1. 45	12. 62	0	0	0
	10. 27	8. 18	59. 5	8. 12	2. 61	1. 71	13. 87	0	0	0
	12. 22	8. 02	57. 0	9. 55	2. 56	1. 55	13. 72	0	0	0
	96. 2. 27	7. 91	48. 2	8. 30	2. 35	1. 23	11. 60	0	0	0
	4. 27	8. 04	45. 0	7. 70	2. 14	1. 30	11. 09	0	0	0
A 1 旭川 (大原橋下)	95. 8. 27	7. 83	28. 5	6. 87	1. 67	1. 57	6. 58	0	0	0
	10. 27	7. 79	33. 7	8. 92	2. 38	1. 78	7. 77	0	0	0
	12. 22	7. 97	27. 0	9. 09	1. 97	1. 50	6. 84	0	0	0
	96. 2. 27	7. 65	22. 0	9. 18	1. 79	1. 22	6. 01	0	0	0
	4. 27	7. 59	20. 4	7. 67	1. 64	1. 20	5. 50	0	0	0
A 2 旭川 (中原橋下)	95. 8. 27	7. 40	30. 5	7. 56	1. 79	1. 51	6. 94	0	0	0
	10. 27	7. 74	35. 1	8. 96	2. 40	1. 78	7. 84	0. 02	0	0
	12. 22	7. 82	27. 0	9. 09	1. 96	1. 52	7. 00	0	0	0
	96. 2. 27	7. 60	22. 9	9. 31	1. 79	1. 24	5. 97	0	0	0
	4. 27	7. 45	20. 5	7. 86	1. 72	1. 21	5. 59	0	0	0
A 3 旭川 (三野浄水場前)	95. 8. 27	7. 45	29. 4	7. 56	1. 79	1. 52	6. 87	0	0	0
	10. 27	7. 98	34. 9	8. 62	2. 40	1. 72	7. 84	0. 03	0	0
	12. 22	7. 78	27. 2	9. 09	2. 04	1. 48	7. 00	0. 03	0	0
	96. 2. 27	7. 69	21. 1	9. 34	1. 84	1. 24	6. 01	0	0	0
	4. 27	7. 41	20. 9	7. 73	1. 67	1. 21	5. 55	0	0	0
Y 1 吉井川 (熊山橋下流)	95. 8. 27	7. 10	51. 6	10. 74	2. 59	2. 09	10. 55	0. 03	0	0
	10. 27	7. 51	42. 0	10. 85	2. 46	1. 95	9. 52	0. 03	0	0
	12. 22	7. 78	29. 3	9. 60	2. 00	1. 48	7. 51	0. 06	0	0
	96. 2. 27	7. 48	27. 7	8. 93	1. 42	1. 26	7. 14	0	0	0
	4. 27	7. 55	20. 9	7. 26	1. 59	1. 12	5. 59	0. 02	0	0
Y 2 吉井川 (南熊山橋下)	95. 8. 27	7. 57	48. 5	11. 02	2. 40	2. 36	10. 34	0. 05	0	0
	10. 27	7. 17	42. 3	11. 31	2. 53	2. 00	9. 78	0. 06	0	0
	12. 22	7. 67	31. 0	10. 28	2. 10	1. 61	7. 91	0. 07	0	0
	96. 2. 27	7. 60	28. 0	8. 86	1. 41	1. 24	7. 14	0	0	0
	4. 27	7. 37	21. 6	7. 35	1. 59	1. 12	5. 63	0	0	0
Y 3 吉井川 (備前大橋下流)	95. 8. 27	8. 15	47. 6	11. 25	2. 40	2. 32	9. 97	0. 02	0	0
	10. 27	7. 43	42. 9	12. 19	2. 66	1. 95	9. 78	0. 07	0	0
	12. 22	7. 65	32. 2	11. 53	2. 09	1. 61	7. 91	0. 08	0	0
	96. 2. 27	7. 53	30. 0	9. 78	1. 45	1. 31	7. 31	0	0	0
	4. 27	7. 41	22. 2	8. 64	1. 66	1. 24	5. 80	0	0	0

表2 水質分析結果 (その2)

Pb	Cd	F	Cl	NO ₂	Br	NO ₃	PO ₄	SO ₄	DO	COD
μg/l	μg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
0	0	0	4.82	0	0.01	1.57	0	6.48	8.1	1.3
0	0	0	8.84	0	0.03	3.52	0	15.46	9.5	1.5
0	0	0	8.62	0	0.03	2.35	0	15.21	10.7	1.5
0	0	0	9.31	0	0.02	2.30	0	7.53	11.3	1.2
0	0	0	6.63	0	0.01	1.95	0	7.03	9.8	1.8
0	0	0	5.17	0	0.02	1.54	0	7.05	8.9	1.0
0	0	0	7.51	0	0.03	2.98	0	14.36	10.1	1.4
0	0	0	9.26	0	0.03	2.45	0	16.22	11.7	1.6
0	0	0	8.91	0	0.02	2.43	0	7.79	12.2	1.3
0	0	0	7.07	0	0.01	1.56	0	7.36	10.6	1.9
0	0	0	5.30	0	0.02	1.46	0	7.22	8.3	1.2
0	0	0	9.81	0	0	2.08	0	19.67	9.7	1.3
0	0	0	9.24	0	0.02	2.29	0	15.10	11.5	1.6
0	0	0	9.06	0	0.02	2.50	0	7.62	11.7	1.1
0	0	0	7.21	0	0.01	1.85	0	7.67	9.5	1.8
0	0	0	6.63	0	0.03	1.40	0	7.24	8.2	0.7
0	0	0.05	6.22	0	0.03	2.40	0	9.89	9.3	1.0
0	0	0	7.75	0	0.02	1.64	0	7.85	11.3	1.2
0	0	0	11.36	0	0.03	2.30	0	6.25	11.8	1.1
0	0	0	7.65	0	0.02	1.74	0	6.27	9.6	0.8
0	0	0	6.67	0	0.03	1.69	0	7.41	7.5	0.7
0	0	0	6.14	0	0	2.38	0	10.42	9.1	1.4
0	0	0	7.77	0	0.03	1.70	0	7.91	10.9	1.2
0	0	0	11.01	0	0.02	2.28	0	6.21	11.6	0.9
0	0	0	7.75	0	0.02	1.86	0	6.33	9.2	1.0
0	0	0	6.72	0	0.03	1.68	0	7.49	8.2	0.8
0	0	0	6.05	0	0	2.37	0	10.58	9.3	1.0
0	0	0	7.90	0	0	1.67	0	7.83	11.1	1.1
0	0	0	11.01	0	0.02	2.25	0	6.19	11.5	0.6
0	0	0	7.66	0.02	0.01	1.83	0	6.32	9.4	1.2
0	0	0	10.54	0	0.04	2.85	0	17.75	8.8	1.0
0	0	0	5.19	0	0	3.56	0	8.66	9.7	1.5
0	0	0	7.35	0	0.01	1.98	0	9.20	11.8	1.3
0	0	0	9.05	0	0.02	2.35	0	12.51	12.0	0.9
0	0	0	7.00	0	0.01	1.58	0	10.49	9.7	1.6
0	0	0.01	10.58	0	0.04	1.60	0.04	17.26	7.7	1.3
0	0	0	5.58	0	0.02	3.61	0	9.15	9.3	1.3
0	0	0	7.13	0	0.02	1.93	0	9.04	11.4	1.6
0	0	0	9.22	0	0.02	2.32	0	11.44	12.0	1.3
0	0	0	6.97	0	0.02	1.21	0	10.39	9.5	1.5
0	0	0.01	10.05	0	0.04	0.61	0	16.02	8.8	1.4
0	0	0	5.52	0	0	4.02	0	9.51	9.6	1.1
0	0	0	7.75	0	0.02	1.95	0	8.79	11.3	1.2
0	0	0	9.73	0	0.02	2.45	0	14.21	12.2	1.4
0	0	0	7.32	0	0.03	1.73	0	11.22	9.8	1.4

実験方法

1. 調査地点および調査日

図1に示すように、それぞれの河川の下流域部に調査地点を3カ所設定した。高梁川ではT1（湛井堰）、T2（川辺橋下）およびT3（酒津水門前）、旭川ではA1（大原橋下）、A2（中原橋下）およびA3（三野浄水場前）、吉井川ではY1（熊山橋下流）、Y2（南熊山橋下）およびY3（備前大橋下流）の各場所で、1995年8月27日にはじまり10月27日、12月22日、1996年2月27日および4月27日の5回にわたり調査を実施した。

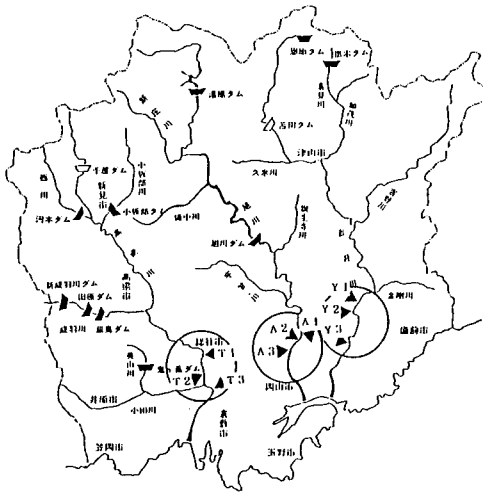


図1 岡山県の河川図および調査地点

2. 試料の採水および実験項目

検水はポリエチレンびんに採水した。実験項目は既報⁶⁾と同じく20項目を測定した。

3. 試薬および標準溶液

既報⁶⁾に同じ。

4. 装置および測定方法

既報⁶⁾に同じ。

結果および考察

今回調査した20項目について一括して表2に全ての測定結果を示した。各調査地点ごとの平均値 ($n=5$) を表3に、さらにそれらを丸めて各河川別の平均値 ($n=15$) を求めた。その中からデータの変動が見られた12項目のうちpH、総硬度、K、Br、DOおよびCODの6項目については表4に、またNa、Mg、Ca、Cl、 NO_3 および SO_4 の6項目については図2に示した。

pHについては、高梁川で最小が7.90でほとんどのデータが8.0を超え最大が8.69で全データの平均は8.18であった。これに比べて旭川は7.68で、吉井川は7.53となり、高梁川のpHは既報^{3~4)}のとおり上流の石灰岩地帯を流れてきたことがこの高い結果を導いている。Naについては、吉井川で最小が7.26mg/lで最大で12.19mg/lを記録し、夏から初冬にかけてほとんどの調査地点で10mg/lを超え、全データでみると $9.97 \pm 1.46 \text{ mg/l}$ と三河川の中では一番高い値を示した。その上データのバラツキも大きかった。旭川、高梁川ではそれぞれ $8.46 \pm 0.79 \text{ mg/l}$ 、 $7.87 \pm 0.85 \text{ mg/l}$ と吉井川に比べ低い値でまとまっていた。

表3 調査地点別平均水質

単位：mg/l (pHは除く)

調査地点	n	pH	総硬度	Na	Mg	K	Ca	Fe	Cl	Br	NO ₃	SO ₄	DO	COD
T 1	5	8.07	50.94	7.66	2.24	1.37	12.55	0	7.64	0.02	2.34	10.34	9.88	1.46
T 2	5	8.39	52.06	7.87	2.25	1.38	12.54	0.00	7.58	0.02	2.19	10.56	10.70	1.44
T 3	5	8.08	52.96	8.09	2.32	1.45	12.58	0	8.12	0.01	2.04	11.46	10.14	1.40
A 1	5	7.77	26.32	8.35	1.89	1.45	6.54	0	7.92	0.03	1.90	7.50	10.04	0.96
A 2	5	7.60	27.20	8.56	1.93	1.45	6.67	0.00	7.87	0.02	1.98	7.66	9.66	1.04
A 3	5	7.66	26.70	8.47	1.95	1.43	6.65	0.01	7.87	0.01	1.96	7.68	9.90	0.94
Y 1	5	7.48	34.30	9.48	2.01	1.58	8.06	0.03	7.83	0.02	2.46	11.72	10.40	1.26
Y 2	5	7.48	34.28	9.76	2.01	1.67	8.16	0.04	7.90	0.02	2.13	11.46	9.98	1.40
Y 3	5	7.63	34.98	10.68	2.05	1.69	8.15	0.03	8.07	0.02	2.15	11.95	10.34	1.30

表4 河川別平均水質

単位：mg/l (pHは除く)

河川名	n	pH	総硬度	K	Br	DO	COD
高梁川	15	8.18±0.23	51.99±5.65	1.40±0.18	0.02±0.01	10.24±1.24	1.43±0.26
旭川	15	7.68±0.19	26.74±5.11	1.45±0.21	0.02±0.01	9.87±1.35	0.98±0.22
吉井川	15	7.53±0.24	34.52±10.01	1.64±0.42	0.02±0.01	10.24±1.37	1.32±0.20

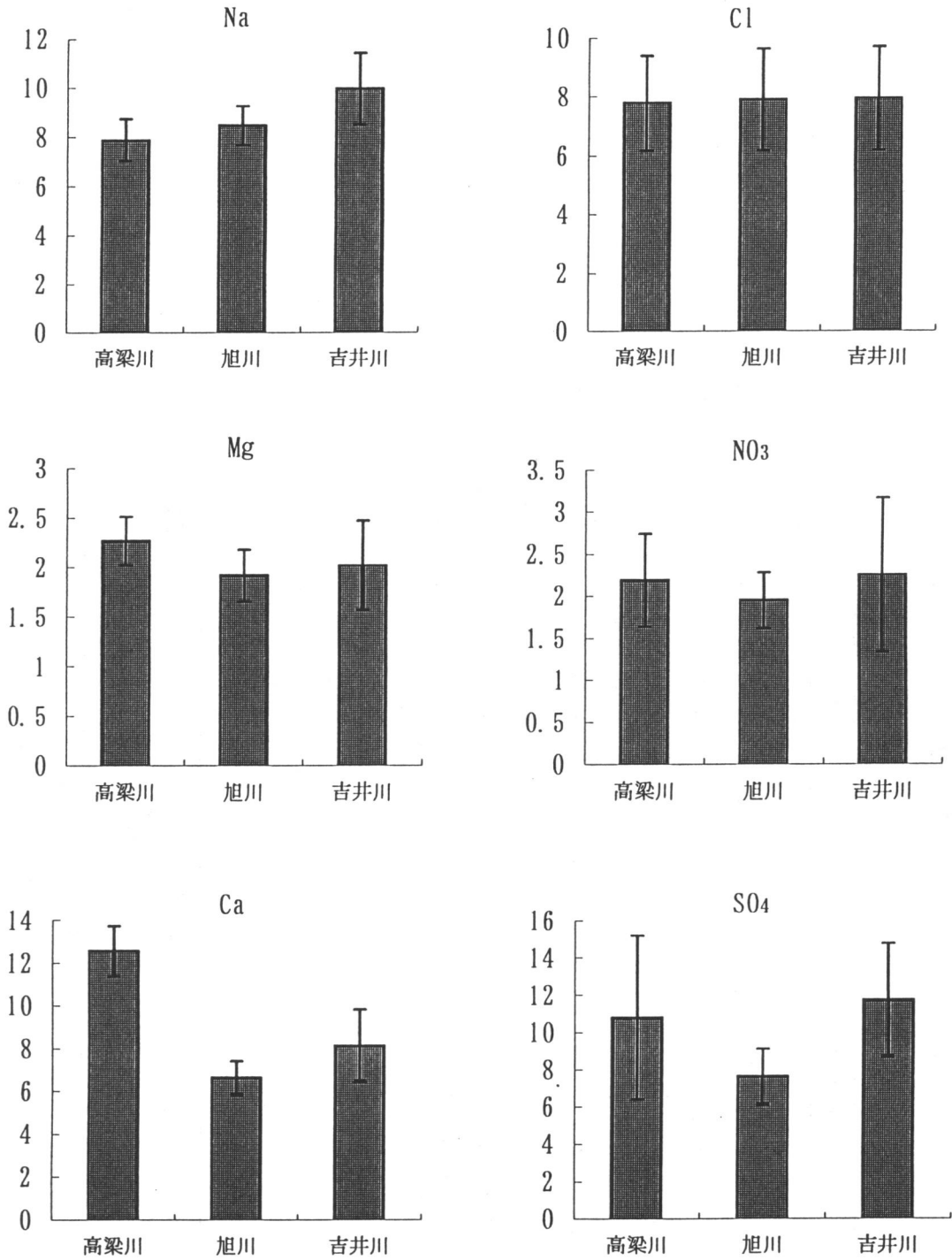


図2 河川別平均水質 (単位: mg/l)

Caについては、旭川からは $6.62 \pm 0.79 \text{ mg/l}$ 検出され年間を通してあまり差は大きくない。しかし吉井川からは $8.13 \pm 1.69 \text{ mg/l}$ と旭川とさほど変わりなく見えるが、年間を通しての変動はかなりあり最小で 5.59 mg/l 、最大で 10.55 mg/l を記録している。また高粱川にはかなり多くを含んでいるということはすでに報告¹⁻⁶⁾してきたが、今回も平均で 12.56 mg/l となり、その量は今まで報告してきた値とほぼ同量であった。このように高粱川には石灰岩地帯を流れてこない旭川や吉井川に比べて約2～1.5倍も多くのCaが含まれていた。この事実が高粱川のpHの値を高くする主因である。

総硬度は、水中の Ca^{2+} および Mg^{2+} の総量をこれに対応する CaCO_3 の mg/l に換算して表した値であるため、当然Caの多い高粱川の 51.99 mg/l は旭川や吉井川の値に比べて約2～1.5倍多い結果となったが、それでも最大で 59.5 mg/l でTaylor氏の分類では中等度の軟水である。旭川と吉井川とは共に 50 mg/l 以下で軟水である。

Mg, Kについては、三河川の平均でMgが $1.92 \sim 2.27 \text{ mg/l}$ 、Kが $1.40 \sim 1.64 \text{ mg/l}$ の範囲でとりたてて論ずるほどの傾向的な結果は得られていない。

Feについては、吉井川では15の調査地点のなかで10地点から $0.02 \sim 0.08 \text{ mg/l}$ 、旭川では3地点から $0.02 \sim 0.03 \text{ mg/l}$ 、さらには高粱川ではわずかに1地点から 0.02 mg/l 検出されたにとどまった。このことは既に報告³⁻⁴⁾したようにFeが多く検出されるのは急激な増水時であることから、今回の調査期間中は天候が安定で極端な増水がなかったためほとんど検出されなかった。

Cu, Zn, PbおよびCdなどの重金属については、今回の調査では一カ所からも検出されなかった。これから先もこう願いたいものである。

陰イオン物質の中で、Clは $4.82 \sim 11.36 \text{ mg/l}$ のあいだで平均すると 8 mg/l 弱で三河川でまったく同様傾向であった。NO₃も平均で 2 mg/l 前後で三河川で差はないが、吉井川での結果に全体の最低値 0.61 mg/l がありまた同時に最高値 4.02 mg/l もあり測定値にかなりのバラツキが見られた。SO₄は、平均値で見ると高粱川と吉井川で旭川より若干高く 10 mg/l を少し上回っているが、ひとつひとつのデータは測定日によってかなり違い $6.19 \sim 19.67 \text{ mg/l}$ の範囲で、そのデータ間にはほぼ3倍の差があった。このようにデータに大きく変動を与える要因に酸性雨や肥料等の問題が考えられるが確証はつかんでいない。

さらに陰イオン物質の中で、Fが吉井川の2地点で各 0.01 mg/l 、旭川の1地点で 0.05 mg/l 検出され、NO₂が旭川の1地点で 0.02 mg/l 、PO₄が吉井川の1地点で 0.04 mg/l 検出された。このように時折検出されるということは、そこには何らかの検出される素地が隠されているので要注意である。またBrについては、ほとんどの地点で検出されているが 0.04 mg/l 以下で、この程度なら今のところ全く問題はないが注意深く見守る必要がある。

DOは河川に加わった発酵性有機物が流下中に分解し、このためDOの減少および分解後の回復がどうであるかの判定のため測定される。河川による汚濁は主として有機物であり、夏季に悪化した底質または流入汚濁物質により溶存酸素が消費され、川による自浄作用がうまく発揮できず汚れたままになっていくのである。今回調査した三河川とも 10 mg/l 前後と十分な溶存酸素が含まれているが、水中の微生物の活躍できる夏季に少なくなっているのが少し気にかかる。今回調査した表

層水でのデータでもそのような傾向がみられるが、底層水ではこれ以上に溶存酸素が消費され低酸素水域が形成されている可能性が考えられる。しかしCODの値がすべて2 mg/l以下とさほど大きくないので水や底質中に有機物が多く含まれているという結果ではなく、現段階では三河川ともまだ十分に自浄力を備えている。

要 約

1995年夏から1996年春にかけて調査した岡山県全域を網羅して流れる高梁川、旭川および吉井川の下流域での水質を検討した結果、これら三河川の水質はほぼ次のように要約される。

- 1) 高梁川は、上流に石灰岩を多く含む地質があるので、旭川、吉井川に比べてカルシウムが平均で12.56mg/lと多く、その結果これに左右されるpH、総硬度が高かった。
- 2) Naが吉井川で夏場から初冬にかけて旭川、高梁川に比べてやや多く検出された。
- 3) Cu, Zn, PbおよびCdについては、どこからも一度も検出されなかった。
- 4) 陰イオン物質については、SO₄の結果にかなり大きなバラツキが見られた。その他の陰イオン物質については量的にも多くないし、また時折検出される程度であった。しかし検出される素地があるということは今後とも注意深く監視を続けて行くことが望ましい。
- 5) 三河川とも有機汚濁の指標となるDOが夏季に多少減少する傾向が気にはなるが現段階ではさほどの問題ではなく、まだ十分な自浄力を備えている。
- 6) 三河川の中では吉井川にデータのバラツキが大きい水質項目が多かった。

以上要約に述べたとおり岡山県を流れる三大河川の水質は、現状で問題視するような結果は出ていないが、これからは地球環境の保全のために、すべての河川の水質汚濁について考え、「水に気配りをする生活」にあらゆる角度から本気で取り組む必要性があることをここに提起しておく。

文 献

- 1) 恩藤芳典・板野道弘・加納純孝・嶋田義弘：河川水質の判定とモニタリングに関する応用微生物学的研究，(財) 両備櫻園試験研究論叢（1990）
- 2) 板野道弘・加納純孝・嶋田義弘・山根薫子・恩藤芳典：高梁川における水質汚濁に関する学際的研究（第1報），中国短期大学紀要第21号（1990）
- 3) 板野道弘・加納純孝・嶋田義弘・山根薫子・恩藤芳典：高梁川における水質汚濁に関する学際的研究（第2報），中国短期大学紀要第22号（1991）
- 4) 板野道弘・嶋田義弘・加納純孝：高梁川における水質汚濁に関する学際的研究（第4報），中国短期大学紀要第24号（1993）
- 5) 板野道弘・嶋田義弘・加納純孝：小田川における水質汚濁に関する研究（第1報），中国短期大学紀要第25号（1994）
- 6) 板野道弘・嶋田義弘・加納純孝：小田川における水質汚濁に関する研究（第2報），中国短期大学紀要第26号（1995）
- 7) 浮田和夫・東 幹夫・渡辺仁治・三宅与志雄：高梁川・旭川の工場廃水が水質および底生生物におよぼす影響について，岡山県水試事業報告昭和42年度（1968）
- 8) 東 幹夫・浮田和夫・三宅与志雄：高梁川・旭川における水質汚濁の現状について，岡山県水試事業報告昭和43年度（1969）