

## 那珂川中流域の水質特性

飯田 貞夫\*・江口 旻\*\*・志村 聡\*\*\*・大島 徹\*\*\*\*

### 1. 研究の目的

筆者らは、茨城県、栃木県、福島県内を流下する、日本で数少ない自然の残っている、久慈川、那珂川、鬼怒川について研究を行い今後の貴重な資料を得る目的で調査を行ってきた。那珂川については2006年8月に現地調査を行い、その結果を2007年の日本地理学会秋季学術大会で発表した。同年12月に「那珂川流域の水質」として整理し、茨城キリスト教大学紀要第41号に掲載した。その中で、那珂川の上流部に分布する温泉の影響や、中・下流域の人口密集地域を流下する河川における水質の変化を明らかにした。特に中流域で水質の変化がみられた。

そこで、本研究では、中流域の水質特性に焦点をあて、2008年8月23日~26日に現地調査を行った。

### 2. 研究の方法

調査地点は、本流4地点、支流41地点である。

水質調査は、pHが比色法(SZK)、ECと水温は電気水質計(東邦電探EST-3型)、溶存酸素量(DO)はDOメーター(セントラル科学UC-2)、気温はアスマン、透視度は50cmの透視度計により現地で測定した。なお流速も同時に測定した。

水質分析は、サンプリングの後、Cl<sup>-</sup>含有量はモール法、Na<sup>+</sup>、Ca<sup>2+</sup>、Mg<sup>2+</sup>含有量は原子吸光光度計(島津AA640)、NH<sub>4</sub>-N、PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>含有量は分光光度計によって定量分析を行った。その他、水質汚濁の目安として、COD、Fe、SiO<sub>2</sub>をパックテストによって現地で分析した。

### 3. 那珂川(中流域)の概要

那珂川は、那須火山帯と帝釈山地の男鹿岳(1,777m)との間を流れ、中流部で余笹川、蛇<sup>さ</sup>尾川<sup>び</sup>、箒川<sup>ほうき</sup>などを合わせて、八溝山地内を流下する。

那珂川中流部の左岸側は山地で、那須町や白河市、黒羽町の一部にあり、支流の流路延長距離は短く、流量も少ない。この流域内を流れる比較的大きな支流の流量は、松葉川(延長約15km)の八塩橋で3.83m<sup>3</sup>/sec、奈良川(延長約18km)の坂本橋で1.78m<sup>3</sup>/sec、武茂川(延長約12km)の渡戸橋で6.075m<sup>3</sup>/secと少ない。

---

\*茨城キリスト教大学名誉教授

\*\*松蔭大学

\*\*\*財団法人日本公衆衛生協会

\*\*\*\*茨城県立勝田養護学校

一方、那珂川右岸側の支流は、扇状地性の河川で流路延長距離も左岸と比較すると長く、急流で流路には巨礫がみられる。比較的大きな支流の荒川（延長約48km）は、荒川橋で $33.21\text{m}^3/\text{sec}$ 、箒川（延長約35km）の浄流橋で $18.8\text{m}^3/\text{sec}$ 、余笹川（延長約26km）の協和橋で $42\text{m}^3/\text{sec}$ と流量が多い。また、この那珂川中流の右岸には、人口密集地の黒磯市、大田原町、那須町、白河市があり、その他工場やゴルフ場、養鶏場、牧場、キャンプ場等も流域内に分布する。

これらの中流域を流下した那珂川は、茨城県常陸大宮市、水戸市、ひたちなか市を経て大洗町の河口付近で涸沼川と合流して太平洋に注ぐ。流路延長は149.0km、流域面積が $3,269\text{km}^2$ の一級河川である。（図1、表1、2）

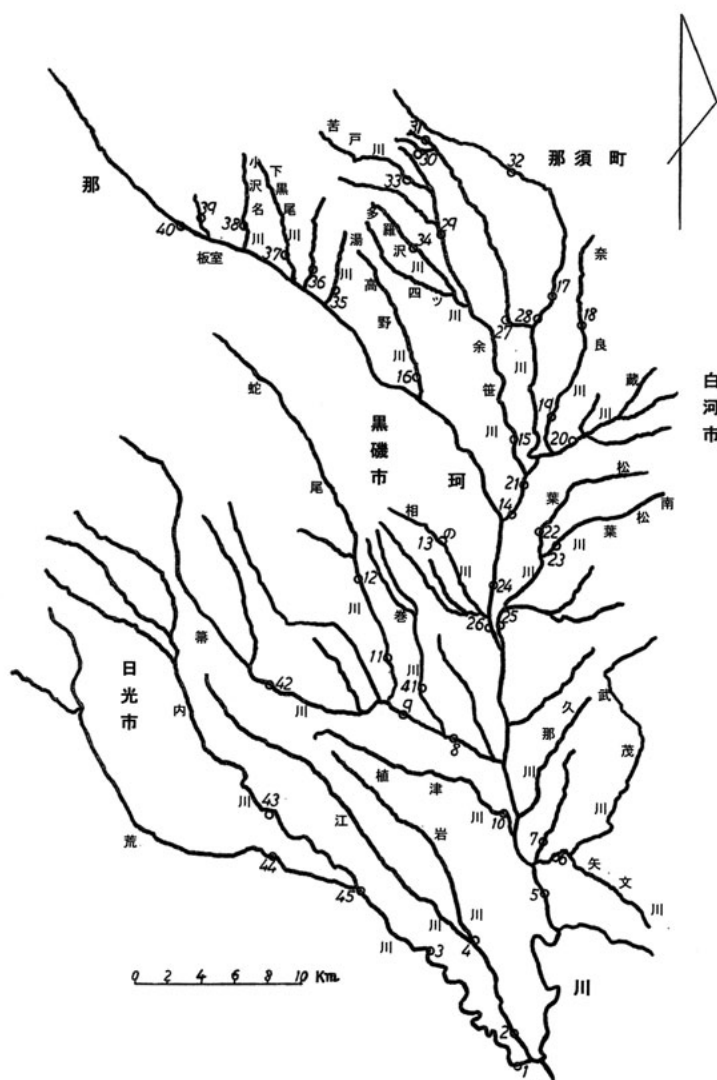


図1 調査地点図 (2008.8.23~8.26)

表1 那珂川中流域支流の水質調査 (2008.8.23~8.26)

調査地点	水温 (℃)	気温 (℃)	pH	RpH	電気伝導度 ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )	Cl <sup>-</sup> (ppm)	Na <sup>+</sup> (ppm)	Ca <sup>2+</sup> (ppm)	Mg <sup>2+</sup> (ppm)	NH <sub>4</sub> -N (ppm)	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> (ppm)	Fe (ppm)	SiO <sub>2</sub> (ppm)	COD (ppm)	透明度 (cm)	溶存酸素量 (ppm)	流量 (m <sup>3</sup> /sec)	負荷量Cl <sup>-</sup> (g/sec)	負荷量Na <sup>+</sup> (g/sec)	負荷量Ca <sup>2+</sup> (g/sec)	負荷量Mg <sup>2+</sup> (g/sec)	負荷量NH <sub>4</sub> -N (g/sec)	負荷量PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> (g/sec)
1 荒川橋 (荒川)	20.0	20.1	7.6	7.8	129.0	40	6.0	12.0	1.3	0.14	0.11	0.2	20	0	50	11.2	33.21	1328.4	190.3	398.5	43.2	4.649	3.653
2 修沢橋 (江川)	19.9	20.0	7.4	7.4	67.0	22	7.4	20.0	3.3	0.15	0.06	0.2	20	0	39	13.8	7.02	154.4	51.9	140.4	23.2	1.053	0.421
3 藤田橋 (荒川)	19.4	20.0	7.4	7.6	75.1	12	10.0	4.0	2.5	0.14	0.12	0.2	20	13	50	10.9	19.38	232.6	193.8	77.5	48.5	2.713	2.326
4 仲居上橋 (江川)	19.8	19.2	7.4	7.4	135.0	24	6.0	4.0	1.3	0.13	0.07	0.2	10	0	50	12.3	8.64	207.4	51.8	34.6	11.2	1.123	0.605
5 大松橋 (那珂川)	18.9	19.2	7.6	7.6	143.0	12	10.0	8.0	3.3	0.14	0.06	0.2	10	0	50	16.2	—	—	—	—	—	—	—
6 一渡戸橋 (武茂川)	18.6	19.4	7.4	7.4	95.0	48	7.0	6.0	1.9	0.14	0.04	0.2	5	0	50	13.7	6.075	291.6	42.6	36.5	11.6	0.851	0.243
7 都橋 (久那川)	19.7	19.8	7.2	7.4	131.0	10	9.0	8.0	1.9	0.13	0.11	0.2	10	0	50	15.2	0.68	6.8	6.1	5.4	1.3	0.088	0.075
8 浄法寺橋 (帯川)	18.5	19.6	7.4	7.6	155.0	36	11.0	8.0	4.1	0.12	0.15	0.2	10	13	50	14.2	18.88	679.7	207.7	151.0	77.4	2.266	2.832
9 小種島大橋 (帯川)	18.3	18.6	7.2	7.4	163.0	14	13.0	4.0	3.8	0.14	0.11	0.2	10	0	50	12.8	13.475	188.7	175.2	53.9	51.2	1.887	1.483
10 津川橋 (龍津川)	19.1	19.4	7.4	7.4	132.0	66	8.0	8.0	1.9	0.12	0.11	0.2	10	10	50	11.7	3.192	210.5	25.5	25.5	6.1	0.383	0.351
11 稲荷橋 (蛇尾川)	18.1	20.2	7.2	7.4	90.8	14	6.0	12.0	1.3	0.1	0.06	0.2	5	0	50	12.8	12.66	177.2	76.0	151.9	16.5	1.266	0.760
12 阿島橋 (蛇尾川)	18.4	20.6	6.8	7.0	118.0	14	6.6	8.0	3.8	0.13	0.08	0.2	10	13	50	12.4	1.921	26.9	12.7	15.4	7.3	0.250	0.154
13 小滝大橋 (相の川)	17.1	20.0	6.8	7.2	121.0	50	5.0	4.0	1.9	0.13	0.07	0.2	10	13	50	12.4	2.25	112.5	11.3	9.0	4.3	0.293	0.158
14 川田橋 (余笹川)	18.6	20.4	7.6	7.6	196.0	28	6.0	6.0	2.5	0.14	0.12	0.2	20	0	50	13.3	—	—	—	—	—	—	—
15 協和橋 (余笹川)	18.7	20.2	7.6	7.6	142.0	34	7.0	12.0	3.3	0.15	0.11	0.2	10	0	50	12.6	42	1428.0	294.0	504.0	138.6	6.300	4.620
16 丸山橋 (高野川)	19.9	20.2	7.2	7.4	145.0	8	6.0	12.0	3.2	0.15	0.05	0.2	10	0	36	10.4	2.42	19.4	14.5	29.0	7.7	0.363	0.121
17 弥次郎橋 (黒川)	18.3	20.4	7.4	7.6	85.3	60	5.0	8.0	—	0.16	0.05	0.2	10	13	50	10.5	6.72	403.2	33.6	53.8	0	1.075	0.336
18 高瀬橋 (奈良川)	18.2	21.4	7.0	7.4	74.5	42	4.0	12.0	1.3	0.1	0.03	0.2	10	13	50	11.2	1.89	79.4	7.6	22.7	2.5	0.189	0.057
19 辰設橋 (奈良川)	18.8	21.2	7.0	7.2	85.7	16	5.0	8.0	1.3	0.14	0.06	0.2	5	0	33	10.8	1.786	28.4	9.0	14.3	2.5	0.251	0.107
20 坂本橋 (三蔵川)	17.7	20.2	7.2	7.4	68.7	18	4.4	8.0	1.3	0.09	0.04	0.2	10	13	50	11.6	2.34	42.1	10.3	18.7	3.0	0.211	0.094
21 大戸橋 (奈良川 余笹川合流)	19.1	21.6	7.2	7.4	113.0	12	5.0	12.0	2.3	0.08	0.04	0.2	10	0	50	10.1	21.06	252.7	105.3	252.7	48.4	1.685	0.842
22 大宮橋 (松葉川)	19.8	21.9	7.0	7.2	92.8	18	6.0	4.0	0.0	0.13	0.2	0.2	10	5	50	11.1	21.75	391.5	130.5	87.0	0	2.828	4.350
23 星宮橋 (前松葉川)	18.1	21.8	7.0	7.2	71.8	12	5.0	12.0	1.3	0.14	0.07	0.2	10	0	50	12.1	0.626	7.4	3.1	7.4	0.8	0.087	0.043

表2 那珂川中流域支流の水質調査 (2008.8.23~8.26)

調査地点	水温 (℃)	気温 (℃)	pH	RpH	電気伝導度 (μS/cm)	Cl <sup>-</sup> (ppm)	Na <sup>+</sup> (ppm)	Ca <sup>2+</sup> (ppm)	Mg <sup>2+</sup> (ppm)	NH <sub>4</sub> -N (ppm)	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> (ppm)	Fe (ppm)	SiO <sub>2</sub> (ppm)	COD (ppm)	透視度 (cm)	溶存酸素量 (ppm)	流量 (m <sup>3</sup> /sec)	負荷量Cl <sup>-</sup> (g/sec)	負荷量Na <sup>+</sup> (g/sec)	負荷量Ca <sup>2+</sup> (g/sec)	負荷量Mg <sup>2+</sup> (g/sec)	負荷量NH <sub>4</sub> -N (g/sec)	負荷量PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> (g/sec)
24黒羽橋(那珂川)	19.1	21.8	7.6	7.8	130.0	30	8.0	12.0		0.13	0.04	0.2	10	0	50	12.4	—	—	—	—	—	—	—
25八咫橋(杉葉川)	19.5	21.8	7.4	7.4	76.7	40	5.0	12.0	1.9	0.13	0.06	0.2	10	0	50	13.5	3,837	153.6	19.2	46.1	7.3	0.499	0.230
26那珂橋(那珂川)	19.1	20.2	7.2	7.4	115.0	12	6.0	8.0	1.9	0.12	0.03	0.2	10	10	33	11.4	88	1056.0	528.0	704.0	167.2	10.560	2.640
27中余笹橋(余笹川)	18.4	20.0	7.2	7.4	84.1	4	6.0	8.0	2.5	0.14	0.12	0.2	10	13	50	10.4	13.02	52.1	78.1	104.2	32.6	1.823	1.562
28新豊馬橋(黒川)	18.6	20.0	7.0	7.4	75.1	24	5.0	8.0	2.3	0.1	0.04	0.2	10	0	40	11.4	13.98	335.5	69.9	111.8	32.2	1.398	0.559
29高津橋(余笹川)	17.8	20.6	7.2	7.4	106.0	18	8.0	8.0	2.5	0.13	0.11	0.2	10	13	37	10.3	19	342.0	152.0	47.5	2.470	2.090	
30白戸川	16.8	19.6	7.2	7.4	93.1	42	5.0	20.0	1.9	0.12	0.03	0.2	10	0	50	10.7	0.634	26.5	3.2	12.6	1.2	0.076	0.019
31大谷間拓橋 (余笹川)	16.2	20.6	7.0	7.0	89.8	64	4.0	4.0	2.5	0.13	0.12	0.2	10	0	50	10.9	3.1	198.4	12.4	12.4	7.8	0.403	0.372
32境橋(黒川)	16.9	20.4	7.0	7.2	65.2	16	5.0	8.8	1.3	0.11	0.05	0.2	10	0	50	11.2	3,132	50.1	15.7	27.5	4.1	0.344	0.157
33告戸橋(告戸川)	17.1	3.3	7.4	7.6	127.0	20	8.0	10.0	2.5	0.14	0.06	0.2	10	0	50	9.2	0.975	19.6	7.8	9.8	2.5	0.137	0.059
34小沢親公民館 (牛舎そば)	21.1	20.2	7.0	7.0	75.4	10	5.0	6.0	1.9	0.12	0.05	0.2	10	13	50	10.1	0.129	1.30	0.6	0.8	0.2	0.016	0.007
35湯川橋(湯川)	18.3	21.0	7.4	7.4	197.5	18	9.0	8.0	5.6	0.13	0.04	0.2	10	0	50	10.3	1,006	18.2	9.1	8.1	5.7	0.131	0.040
36高雄股橋 (高雄股川)	16.4	20.4	7.4	7.4	140.0	10	7.0	12.0	4.4	0.12	0.05	0.2	10	0	50	10.3	2,0109	20.1	14.1	24.1	8.8	0.241	0.101
37並木橋(下黒尾川)	15.2	19.9	7.4	7.4	87.1	20	6.0	4.0	1.9	0.12	0.04	0.2	10	13	50	10.2	1,1148	22.2	6.7	4.4	2.1	0.133	0.044
38境橋(小沢名川)	17.0	19.8	7.4	7.6	53.2	4	4.0	20.0	0.0	0.13	0.05	0.2	10	13	50	11.3	0.1755	0.7	0.7	3.6	0	0.023	0.009
39沢名橋(沢名川)	15.2	19.4	7.4	7.8	91.1	10	4.0	8.0	1.3	0.14	0.06	0.2	10	13	50	12.4	0.66	6.6	2.6	5.3	0.9	0.092	0.040
40幾世橋(那珂川)	15.2	20.4	7.6	7.6	90.6	14	6.0	4.0	1.3	0.13	0.03	0.2	10	0	50	12.4	12,289	172.1	73.7	49.2	16.0	1.598	0.369
41荏原橋(荏原川)	18.5	21.0	6.8	7.0	145.0	62	9.0	12.0	3.8	0.15	0.06	0.2	10	0	50	11.3	1,664	102.9	14.9	19.9	6.3	0.249	0.100
42かどね橋(淨川)	18.3	20.0	7.4	7.4	116.0	72	9.0	4.0	1.6	0.16	0.07	0.2	10	0	50	11.5	12,084	869.8	108.7	48.3	19.3	1.933	0.846
43赤湊橋(内川)	19.2	21.4	7.2	7.4	90.6	16	6.0	12.0	2.5	0.13	0.04	0.2	10	13	50	11.4	15,984	255.7	95.9	191.8	40.0	2.077	0.639
44流川橋(流川)	18.8	21.0	7.0	7.4	78.4	8	6.0	12.0	1.5	0.14	0.05	0.2	10	0	50	11.0	35,583	284.6	213.5	427.0	53.4	4.981	1.779
45喜城大橋(荒川)	19.6	21.0	7.0	7.0	10.7	10	6.0	8.0	1.9	0.09	0.06	0.2	10	0	50	11.0	71,569	715.7	429.4	572.6	40.0	6.441	4.294

#### 4. 水質の特性

##### (1) 水素イオン濃度 (pH)

一般的な河川水のpHの値は、6.6～7.2の間にあるが、酸性の温泉や硫黄鉱山の排水、汚染物質が流入すると酸性を示す。

那珂川本流のpHは、7.2～7.6の間で変化している。No40の塩沢で7.6, No39の板室(温泉)で7.4とアルカリ性を示している。

支流のpHは、6.8～7.6の間にあり、黒磯市の相の川No13, 蛇尾川No12は6.8である。他の支流は、7.0～7.6と弱アルカリ性である。那須温泉, 那須高原を流下する支流は、7.4～7.6の間にあり、他と比較してわずかに高いアルカリ性を示している。(図2)

##### (2) 電気伝導度 (EC)

水は溶解物が多いと電気抵抗は小さくなり、溶解物が少ないと抵抗は大きくなる。電気

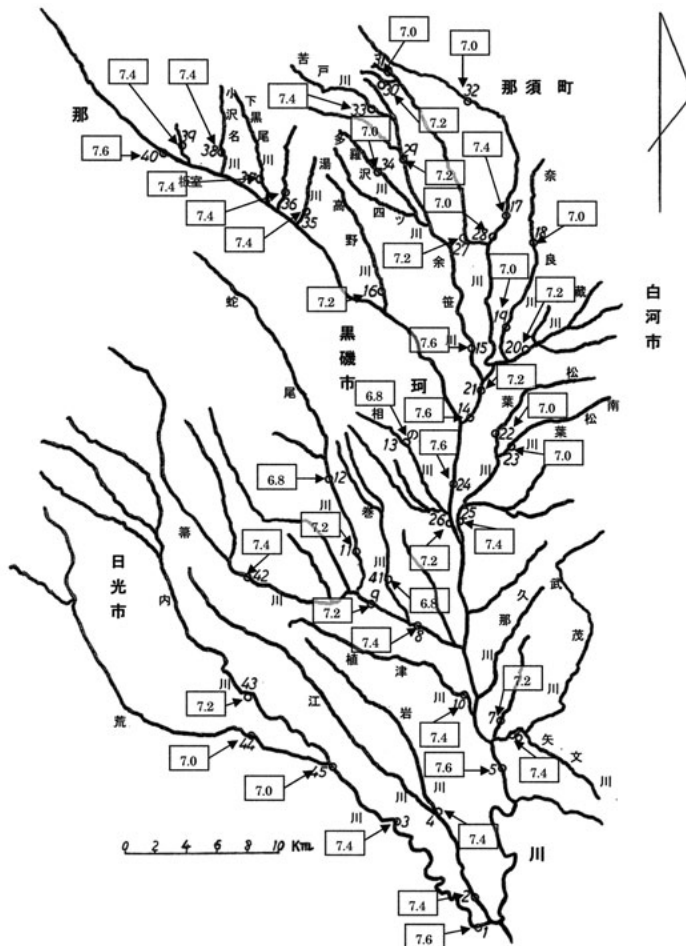


図2 那珂川中流域支流の水質 (pH)

伝導度は電気抵抗の逆数であるため、水中の溶解物の量が増えると数値が高くなる。したがって調査した時に数値が高いことは、河川水に多くの汚染物質が溶解していることを示す。

那珂川本流の電気伝導度は、90.6~143 $\mu\text{S}/\text{cm}$ の間で変化している。全体的に上流で低く下流で高くなっている。上流の塩沢No40で90 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 、No24で130 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 、No5の大松橋で143 $\mu\text{S}/\text{cm}$ と下流で高くなる。

支流の電気伝導度は、左岸の山地内、白河市、黒羽町、那須町の一部を流下する奈良川No18で74.5 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 、No19で85.3 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 、蔵川No20で68.7 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 、前葉川No23で71.8 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 、松葉川No22で92.8 $\mu\text{S}/\text{cm}$ と100 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 以下の値を示している。

那珂川右岸の支流は、湯川No35が197.5 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 、高野川No16で145 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 、高尾川No36で140 $\mu\text{S}/\text{cm}$ と河川の両岸に別荘、ゴルフ場、雑木林があるところで100 $\mu\text{S}/\text{cm}$ を超えている。

余笹川は、No33で127.0 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 、No29で106 $\mu\text{S}/\text{cm}$ であるが、これらの河川の下流No15

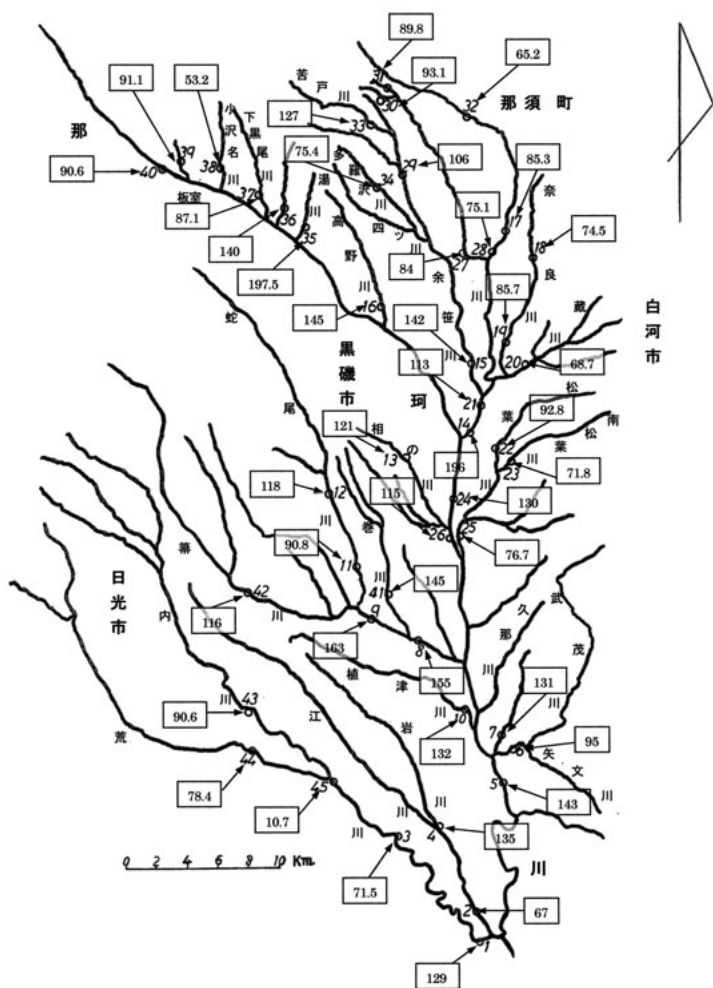


図3 那珂川中流域支流の水質（電気伝導度）

では、 $142\mu\text{S}/\text{cm}$ の値になり、わずかに高くなる。いずれの支流も電気伝導度は下流で高くなる傾向がある。(図3)

### (3) 溶存酸素量 (DO)

溶存酸素量は、河川水に溶け込んでいる酸素の量を示す。一般的に溶存酸素量は、水温が低い場合と急流の河川で多く含有する。しかし、水温が高かったり、有機物が多くなるとこれを微生物が分解するために $\text{O}_2$ が必要になり、溶存酸素量が少なくなる。

本流の溶存酸素量は、 $11.4\sim 12.4\text{ppm}$ の間である。特にNo40の板室温泉付近では、 $12.4\text{ppm}$ と含有量が多い。

支流の溶存酸素量は、 $9.2\sim 15.2\text{ppm}$ の間にあり、多くの支流で $10\text{ppm}$ 以上の値を示している。地形的には扇状地性の河川であり、河床に砂礫があり急流性のため水が攪拌され酸素がとけこむので溶存酸素量が多くなっていると考えられる。(図4)

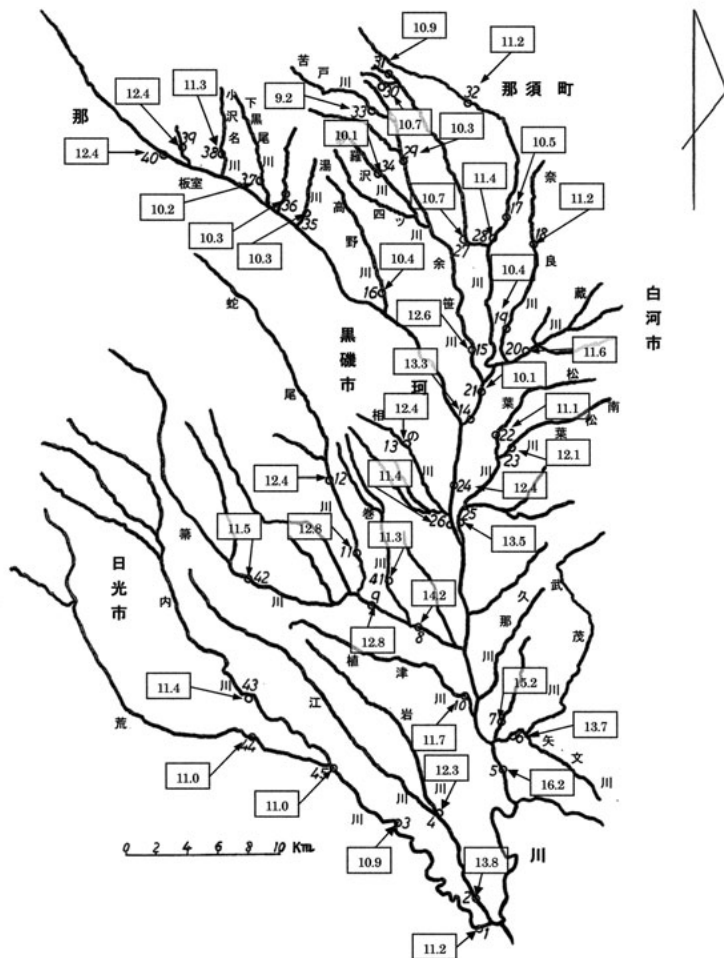


図4 那珂川中流域支流の水質 (DO)



(4) 塩素イオン ( $\text{Cl}^-$ ) の含有量

塩素イオン ( $\text{Cl}^-$ ) は、人為的な汚染がある時に値が高くなる。人口密集地域を流下する河川や化学工場からの排水、流入などで高い値を示す。日本の河川の  $\text{Cl}^-$  含有量の総平均値は、5.8ppmである。

那珂川本流の  $\text{Cl}^-$  の含有量は、12.0~30.0ppmで、No24 黒羽橋で30.0ppm、上流のNo40で14.0ppmであり、上流で低く、下流に向かって高くなる傾向がみられる。

支流の  $\text{Cl}^-$  の含有量は、4.0~72.0ppmである。 $\text{Cl}^-$  の含有量の多い支流は、喜連川町を流域に持つ荒川で、特に那珂川に合流するNo1で40.0ppmである。この支流の上流には、柴塚ゴルフ場、早乙女ゴルフ場と養鶏場などがある。また西那須町を流域に持つ蛇尾川のNo42で72.0ppm、蛇尾川支流の巻川No41で62.0ppmと含有量が多い。流域内には水田と那須野が原ゴルフ場、倉骨ゴルフ場がある。その他の支流では、余笹川の上流No30で42.0ppm、No31で61.0ppmと含有量が多い。この付近には、キャンプ場や牧場が分布する。(図5)

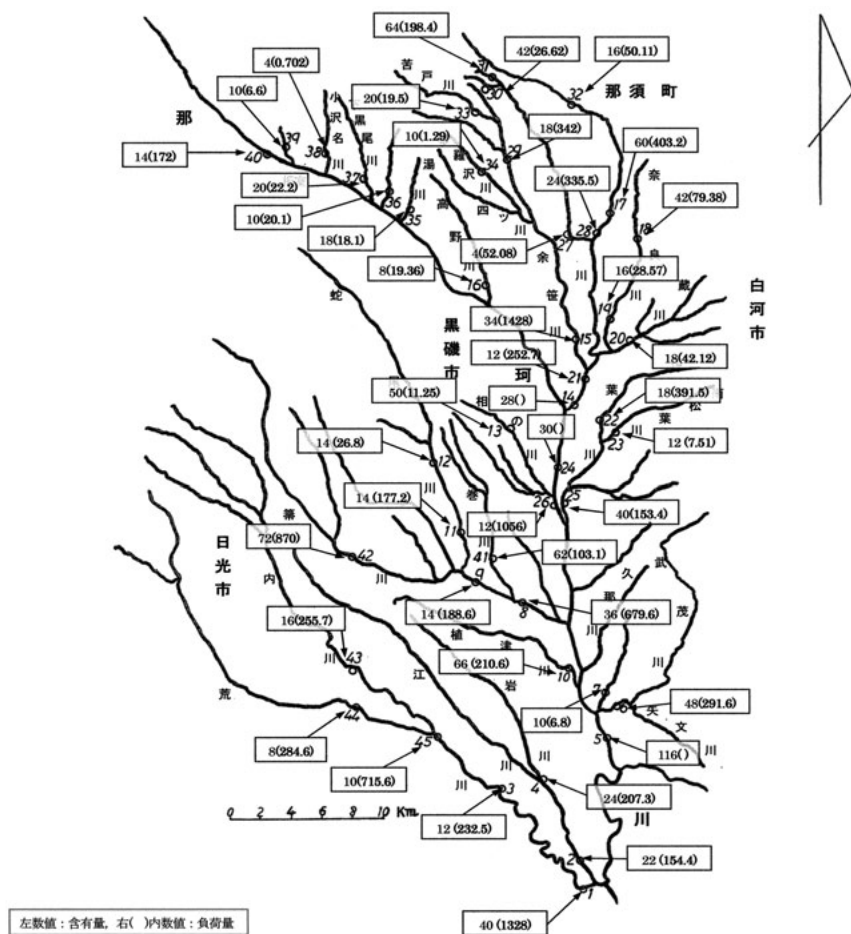


図5 那珂川中流域支流の水質 ( $\text{Cl}^-$ ・ $\text{Cl}^-$ 負荷量)



(5)  $\text{Na}^+$ の含有量

$\text{Na}^+$ は、生活排水に多く含有する。人間は、毎日7～15gの食塩を必要とし、これが排泄物の中に含まれるため、 $\text{Na}^+$ が河川に流入して $\text{Na}^+$ 含有量の多い河川になり、人間活動による汚染が心配されるようになる。日本の河川の $\text{Na}^+$ 含有量は一般に少なく、総平均値は6.7ppmである。

本流の $\text{Na}^+$ 含有量は、6.0～10.0ppmで変化している。No 5の大松橋で10.0ppm、上流の板室温泉付近のNo40で6.0ppmである。

支流の $\text{Na}^+$ 含有量は、4.0～13.0ppmの間にある。荒川のNo 3で10.0ppm、箒川のNo41で9.0ppmであり、他は9.0ppm以下である。(図6)

(6)  $\text{Ca}^{2+}$ の含有量

日本の河川の $\text{Ca}^{2+}$ 含有量は一般に少なく、総平均値は8.8ppmである。しかし、石灰岩地域を流下する河川水は含有量が多くなる。

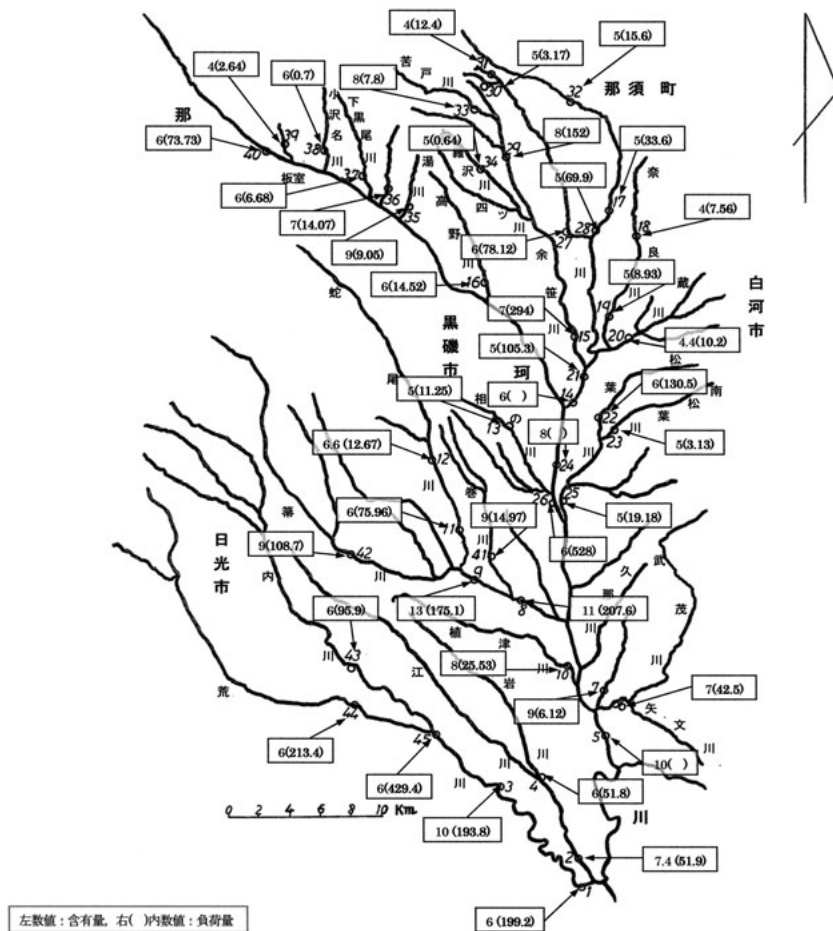


図6 那珂川中流域支流の水質 ( $\text{Na}^+$ ・ $\text{Na}^+$ 負荷量)

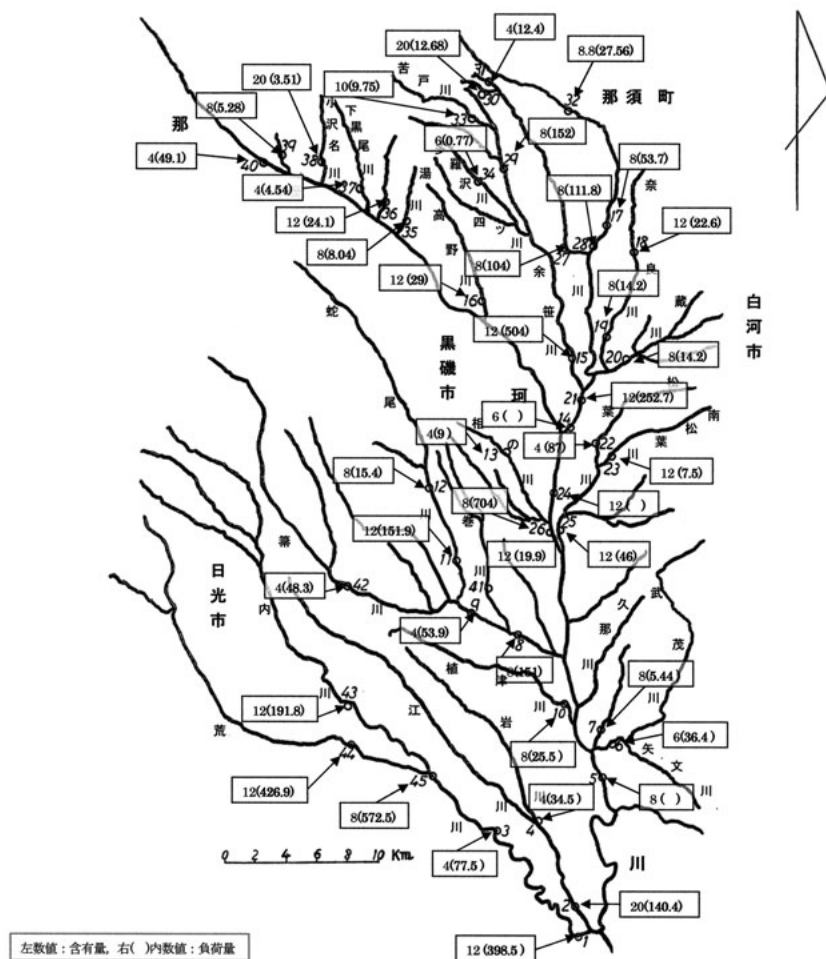
那珂川中流域の $\text{Ca}^{2+}$ 含有量は、4.0~12.0ppmの間で変化している。本流のNo5は8.0ppm、No24が12.0ppmである。

支流の $\text{Ca}^{2+}$ 含有量は、4.0~20.0ppmの間にある。比較的含有量の多い支流は、荒川でNo43、No44、No1が12.0ppmである。他の支流の黒川は、No30が20.0ppmと多く、黒川他の地点ではNo32が8.8ppm、No17、No28は8.0ppmであった。黒川の流域は、丘陵の谷の部分や谷底平野の水田地帯を流下している。

他の支流は、蛇尾川No12で8.0ppm、No11で12.0ppmであった。支流の含有量は全体的にみて日本の平均値に近い値である。(図7)

#### (7) $\text{Mg}^{2+}$ の含有量

$\text{Mg}^{2+}$ は、岩石や土壤に含有する。特に海水に多く含有している。一般的に海水が遡上すると多くなる。日本の河川の $\text{Mg}^{2+}$ 含有量の総平均値は、1.9ppmである。



那珂川中流の $Mg^{2+}$ 含有量は、1.3～3.3ppmの間にある。本流のNo5で3.3ppm、これより上流のNo26が1.9ppm、板室温泉No40で1.3ppmと上流で少なく下流でやや多い。

支流の $Mg^{2+}$ の含有量は、微量～5.6ppmの間で変化している。 $Mg^{2+}$ の含有量の多い支流は湯川でNo35が5.6ppm、No36で4.4ppm、箒川で、No8が4.1ppm、No9、No12で3.8ppm、No42で3.8ppmである。その他には、黒川のNo27、No31の2.5ppmなどは他と比較して多い。また那珂川本流の左岸にある支流は、1.3ppm以下である。(図8)

#### (8) $NH_4-N$ の含有量

窒素化合物が多いことは汚染を意味する。窒素は蛋白質の分解によって生じる。河川水にアンモニアが多いことは、汚染の目安になる。日本の河川の $NH_4-N$ 含有量の総平均値は、0.05ppmである。

那珂川本流の $NH_4-N$ 含有量は、0.08～0.16ppmである。上流の $NH_4-N$ 含有量は、No40

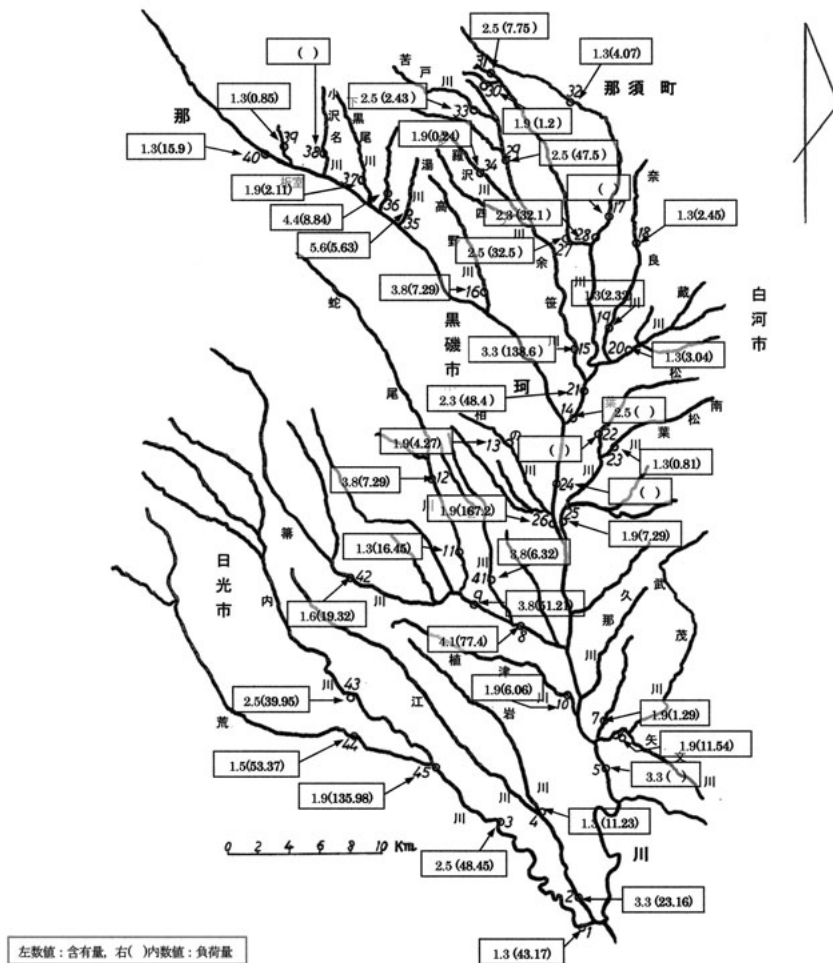


図8 那珂川中流域支流の水質 ( $Mg^{2+}$ ・ $Mg^{2+}$ 負荷量)

の0.13ppm, 下流のNo 5 が0.14ppmであり変化はない。

支流の $\text{NH}_4\text{-N}$ 含有量は, 0.12~0.14ppmの間で変化している。比較的含有量の多い支流は, 荒川のNo44, No 3, No 1 で0.14ppmである。他の支流は, 黒川のNo17が0.16ppmで, 多少含有量が多いが, 他は0.13ppm以下である。(図9)

#### (9) $\text{PO}_4^{3-}$ の含有量

$\text{PO}_4^{3-}$ は, 自然界では動植物の遺骸の分解によって生じる。また, 洗剤や肥料にも多く含有している。そのため, これらが流入すると河川水の含有量は増加する。日本の河川の $\text{PO}_4^{3-}$ 含有量の総平均値は, 0.006ppmである。

本流の $\text{PO}_4^{3-}$ 含有量は, 0.03~0.06ppmの間で変化している。上流の板室温泉は0.03ppmで, 下流のNo24では0.06ppmである。

含有量の多い支流は, 人口の多い西那須野町, 大田原市を流下する箒川No 8 で

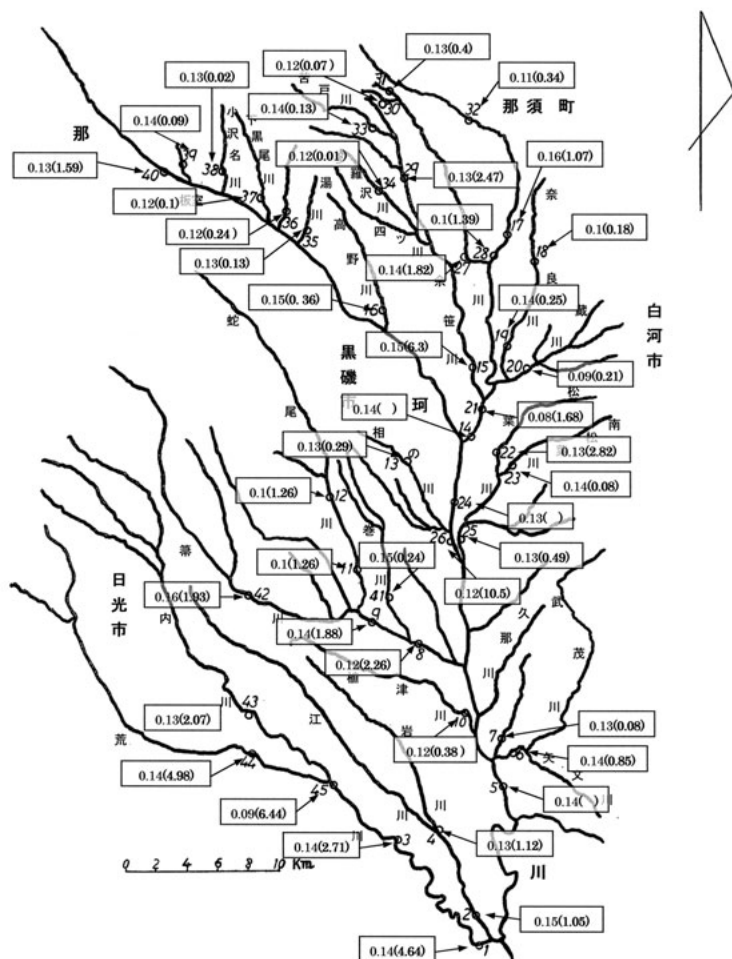


図9 那珂川中流域支流の水質 ( $\text{NH}_4\text{-N}$ )

0.15ppm、No 9 で0.11ppmである。また流域内にゴルフ場や水田などが分布する余笹川のNo15、No29の0.11ppmが含有量が多い。(図10)

## 5. 負荷量からみた支流の水質

負荷量は、イオン含有量（濃度）に流量を乗じて求める。したがって、濃度が高くても流量が少なければ負荷量は小さく、濃度が低くても流量が多い場合には負荷量が大きくなる。そのため、負荷量が多い支流は、那珂川本流の水質に影響を及ぼしている。なお、支流の流量は今回の調査で測定できたが、本流の一部は橋桁が高く、測定できなかった場所もある。

(1) 塩素 ( $\text{Cl}^-$ ) の負荷量

塩素イオンの負荷量の小さい支流は、那珂川本流の左岸の山地内を流下する河川であ

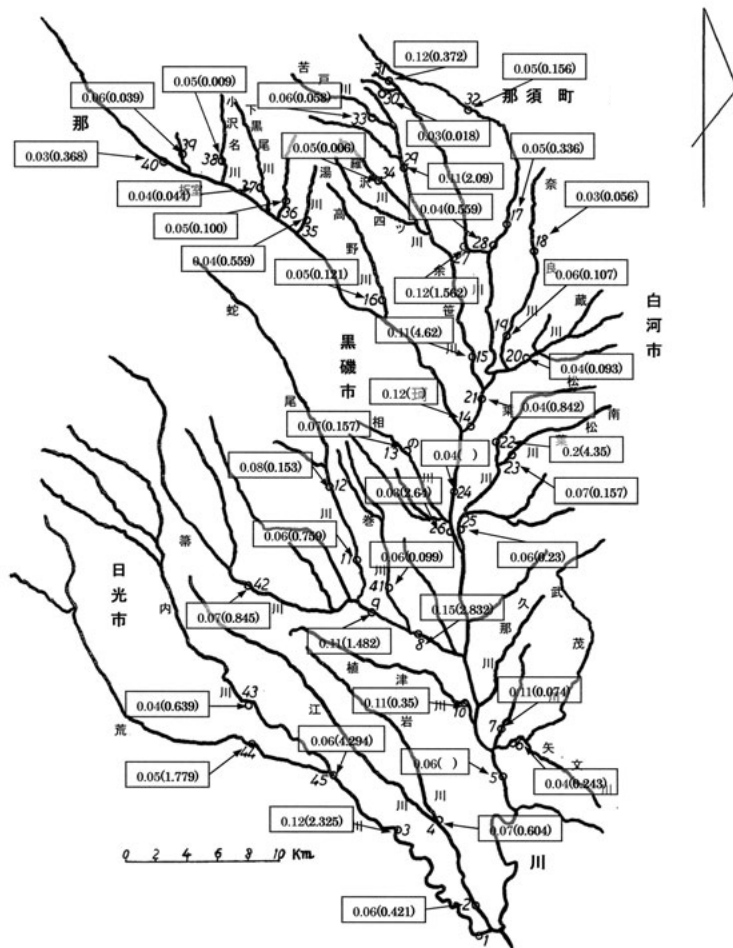


図10 那珂川中流域支流の水質 ( $\text{PO}_4^{3-}$ )



る。負荷量の小さい要因としては、山地内を流下すること、支流の延長距離が短く流量が少ないことが上げられる。しかし、右岸は支流の延長距離も長く、流量も多い。全体的に人口が集積している地域で、水田、ゴルフ場、牧場、工場、別荘などがあるため、負荷量が大きくなっていると考えられる。

Cl<sup>-</sup>の負荷量の多い支流は荒川で、No1の1,328g/sec、No45の715g/sec、No43の255g/sec、No44の284g/secで、上流から那珂川本流と合流する地点に向かって多くなっている。この支流には、水田や污水处理センターが付近にある。また、余笹川流域も負荷量は多くなる。No15の1,428g/sec、No29の342g/secで、この地域には牧草地や牛舎、牧場が多い。その他は、箒川No8の676g/secがある。(図5)

#### (2) Na<sup>+</sup>の負荷量

那珂川本流の負荷量は、No40の172g/sec、No26の1,056g/secと上流から下流に向かって多くなる。支流のNa<sup>+</sup>の負荷量は、Cl<sup>-</sup>と同様に荒川や箒川、余笹川で多く、左岸は山地であり、流路が短く流量も少ないので負荷量は小さい。

右岸にある荒川は、No44で213.4g/sec、No45が429g/sec、No3が193g/sec、No1が199.2g/secと多い。箒川は、No8で2,068g/sec、No9で175g/sec、No42で108g/sec、余笹川は、No15で294g/sec、No29で152g/secとNa<sup>+</sup>の含有量が多い。(図6)

#### (3) Ca<sup>2+</sup>の負荷量

那珂川本流のCa<sup>2+</sup>の負荷量は、49.1~704.0g/secの間で変化して、上流で少なく下流で多くなる。

支流のCa<sup>2+</sup>の負荷量は、0.78~572.5g/secの間にある。負荷量の多い支流は、荒川、余笹川で荒川のNo45が572.5g/sec、No44が426.9g/sec、No1が398.0g/secとなり、また余笹川はNo15が506g/sec、No29が152g/secと多い。他は、100g/sec以下で少ない。特に左岸の支流負荷量は、12.0g/sec以下で少ない。(図7)

#### (4) Mg<sup>2+</sup>の負荷量

那珂川本流のMg<sup>2+</sup>の負荷量は、15.97~167.2g/secの間にある。上流のNo40が15.97g/secで、下流のNo26が167.2g/secである。

支流のMg<sup>2+</sup>の負荷量は、0.86~135.9g/secの間にある。Mg<sup>2+</sup>の負荷量の多い支流は、荒川でNo1が43.1g/sec、No45が135.9g/secと多く、また余笹川が那珂川本流に合流するところのNo15で138.1g/sec、No29で67.5g/secと負荷量が多い。(図8)

#### (5) NH<sub>4</sub>-N, PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>の負荷量

那珂川本流の負荷量は、NH<sub>4</sub>-NがNo26で10.56g/sec、PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>がNo40で0.368g/sec、No26が2.64g/secである。

支流のNH<sub>4</sub>-Nの負荷量は、0.0234~6.4413g/secの間にある。NH<sub>4</sub>-Nの負荷量の多い支流は荒川で、No44で4.98g/sec、No45で6.44g/sec、No1で4.64g/sec、余笹川のNo15の6.3g/sec、No29の2.45g/secが負荷量が多い。

また、支流のPO<sub>4</sub><sup>3-</sup>の負荷量は、0.0065~4.620g/secの間にある。PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>の負荷量の多い支流は荒川で、No44で1.779g/sec、No45で4.29g/sec、No3で2.32g/sec、No1で3.65g/sec、箒川のNo9で1.48g/sec、No8で2.83g/sec、余笹川のNo29で2.09g/sec、No15で4.620g/secなどが多い。



$\text{NH}_4\text{-N}$ 、 $\text{PO}_4^{3-}$ の負荷量をみると、那珂川の左岸は負荷量が少なく、右岸が多い。特に荒川、箒川、余笹川の流域で負荷量が多い。(図9、図10)

## 6. まとめ

- ①那珂川中流域の地形は、右岸が扇状地性で、支流は急流性で流量も多い。左岸は山地で流路延長距離も短く、流量も少ない。
- ②水質の特性は、下表のとおりである。

調 査 項 目	支 流	本 流
pH	6.8~7.6	7.2~7.6
EC ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )	53.2~197.6	90.6~143.0
DO (ppm)	9.2~15.2	11.4~16.2
$\text{Cl}^-$ (ppm)	4.0~72.0	12.0~30.0
$\text{Na}^+$ (ppm)	4.0~13.0	6.0~10.0
$\text{Ca}^{2+}$ (ppm)	4.0~20.0	4.0~12.0
$\text{Mg}^{2+}$ (ppm)	微量~5.6	1.3~3.3
$\text{NH}_4\text{-N}$ (ppm)	0.08~0.16	0.12~0.14
$\text{PO}_4^{3-}$ (ppm)	0.03~0.15	0.03~0.12
$\text{Cl}^-$ 負荷量 (g/sec)	0.72~1428.0	0.7~1,428
$\text{Na}^+$ 負荷量 (g/sec)	0.65~528.0	0.7~429
$\text{Ca}^{2+}$ 負荷量 (g/sec)	0.78~70.4	0.7~572
$\text{Mg}^{2+}$ 負荷量 (g/sec)	0.25~169.2	0.86~135.9
$\text{NH}_4\text{-N}$ 負荷量 (g/sec)	0.0156~6.441	0.023~6.44
$\text{PO}_4^{3-}$ 負荷量 (g/sec)	0.0065~4.294	0.006~4.620

- ③荒川、箒川、蛇尾川、余笹川は、各イオン濃度、負荷量いずれも多い支流である。
- ④荒川、箒川、蛇尾川、余笹川の流域内には、黒磯市、大田原町、那須町があり、人口が多く、工場、ゴルフ場、別荘、水田などが分布する。

### <謝 辞>

本稿をまとめるにあたり、現地調査にご協力いただいた、江口佑輔君、茨城キリスト教大学学生大場雅志君、山田芳晴君に厚く御礼申し上げます。

なお、この論文は、日本地理学会(2009年)秋季学術大会で発表したものに加筆してまとめたものである。研究費として茨城キリスト教大学図書研究費の一部を利用させていただきました。

### <参考文献>

- ①小出博 1970 「日本の河川—自然史と社会史—」 東京大学出版会  
 ②阪口・高橋・大森 1986 「日本の川」 岩波書店  
 ③日本分析化学会北海道支部編 1968 「水の分析」 化学同人  
 ④半谷高久 1960 「水質調査法」 丸善

- ⑤半谷・高井・小倉 2001 「水質調査ガイドブック」 丸善
- ⑥三宅・北野 1991 「新水質化学分析法」 地人書館
- ⑦小林純 1971 「水の健康診断」 岩波新書
- ⑧(社)日本水環境学会編 2000 「日本の水環境2 東北編」 技報堂出版
- ⑨飯田貞夫 1993 「やさしい陸水学」 文化書房博文社
- ⑩飯田・江口・大島・志村 1996 「人間をとりまく自然と環境」 文化書房博文社
- ⑪飯田・志村・大島 2003 「久慈川流域の水質」 茨城キリスト教大学紀要36
- ⑫飯田・志村・大島 2004 「藤井川流域の河川の環境」 茨城キリスト教大学紀要37
- ⑬飯田・志村・大島 2005 「阿武隈川の水質特性 (第1報)」 茨城キリスト教大学紀要38
- ⑭飯田・志村・大島 2006 「阿武隈川の水質特性 (第2報)」 茨城キリスト教大学紀要39
- ⑮飯田・志村・大島 2006 「阿武隈川中流に流入する支流の水質 (第3報)」 茨城キリスト教大学紀要40
- ⑯飯田・江口・志村・大島 2007 「那珂川流域の水質」 茨城キリスト教大学紀要41
- ⑰飯田・江口・志村・大島 2008 「鬼怒川流域の水質」 茨城キリスト教大学紀要42

## The water characteristic of the branch in the basin out of Naka river

Sadao Iida, Akira Eguchi, Satoshi Shimura, Toru Oshima

### Summary

- ① The right bank is the alluvial fan nature, of the basin out of the Naka River, the branch has much flow quantity at a fast flowing stream, and The left bank has a short length of the branch in a mountainous district, too, and there is little flow quantity.
- ② Arakawa, Houkigawa, Sabigawa, Yosasagawa have many each ion density, quantity of load.
- ③ The basin of Arakawa, Houkigawa, Sabigawa, Yosasagawa, there are Kuroisoshi, Ootawaramachi, Nasumachi, and there is much population, and a factory, a golf course, a villa, a rice field are distributed.