

# 香長平野の農業用水の水質に関する研究

河田 明<sup>1</sup>・紙井 泰典<sup>2</sup>・佐藤 泰一郎<sup>2</sup>  
(<sup>1</sup>(株) エイトコンサルタント・<sup>2</sup>農学部農林環境工学講座)

## A Study of Agricultural Water Quality in Kacho Plain

Akira KAWATA<sup>1</sup>, Yasunori KAMI<sup>2</sup>, and Taiichirow SATO<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Eight Consultants Co., Ltd.*

<sup>2</sup>*Chair of Land Environmental Engineering, Faculty of Agriculture*

**Abstract:** Water quality of the 16 points of upper part of irrigation canals so-called Funaire Isuji, Uwayu Isuji, Nakayu Isuji, Takeguro Isuji and Shinkawa Isuji in Kacho Plain was investigated at the daytime and night of clear days, and at the daytime of cloudy days once a month from May to December in 2000. The equipment used was U-10 water quality checker which gives pH, EC (Electric Conductivity), turbidity, DO (Dissolved Oxygen), water temperature and salinity. Ion-chromatography equipment was used to analyze cations ( $\text{Na}^+$ ,  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Mg}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ) and anions ( $\text{F}^-$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{Br}^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ) of the 2.7 km reach of the upper Funaire Isuji. BOD, T-N, T-P,  $\text{PO}_4^{3-}$ ,  $\text{NH}_4^+$ , M-Alkalinity, P-Alkalinity,  $\text{NO}_3^-$ , and  $\text{NO}_2^-$ , organic matter and free  $\text{C O}_2$  were analyzed for the same reach. There found no salinity and for the purpose of irrigation, water quality was proved to be satisfactorily clean. The result was concluded as follows.

- (1) Generally speaking, during the daytime, water temperature goes down, pH, DO and EC goes up as water flows downstream. But during the winter season and during night, the above-mentioned facts were not so clear and sometimes even controversially.
- (2) The cause of the going up of the water temperature as water flows downstream is thought to be the effect of the sunshine and air temperature accompanied with the decrease of discharges.
- (3) The cause of the going up of pH and DO as water flows downstream is thought to be the effect of photosynthesis.
- (4) The cause of the increase of EC as water flows downstream is thought to be the effect of the flowing in of the domestic sewage water.
- (5) For most months from May to October, water temperature and pH showed fairly good correlations.
- (6) For the above-mentioned reach, cations ( $\text{Na}^+$ ,  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Mg}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ) and  $\text{F}^-$  decreased, but  $\text{Cl}^-$ , and  $\text{NO}_3^-$  increased from July to September. The cause is thought to be the effect of rainfall.

## 緒 論

香長平野の中央部、土佐山田町から南国市にかけての地域は、物部川の山田合同堰により取水される農業用水により潤されている。この農業用水の水質の変化とその要因を明らかにすることを目的に調査研究を行うこととした。

これまでの山田合同堰掛農業用水の水質に関する研究（紙井ら<sup>1)</sup>、小坂ら<sup>2)</sup>、秋山ら<sup>3)</sup>）では、春から夏にかけて農業用水の流下につれて水温が上昇し、DOやpHが上昇する傾向が見られること、流下するに従ってECが増大することなどが観察されている。今回はこれらの現象の背後にある水質変化のメカニズムを明らかにすべく調査分析し、併せてこれまで不十分であった昼と夜、晴天日と曇天日の水質の違い、流量と水質との関係などについても明らかにすべく調査することとした。

## 研究方法

### 1. 調査地域と調査地点

調査は香長平野を南流する物部川流域の物部川合同堰掛りの農業用水（上井筋・中井筋・舟入井筋・竹黒井筋・新川井筋）を対象に行った。調査期間は2000年8月から12月の間である。調査に当たっては上流から下流に向かってほぼ等間隔に16箇所調査地点を選定し実施した。ただし、水質が大きく変化すると考えられる地点においてはより短い間隔で計測した（第1図参照、高知県営物部川土地改良事業概要書<sup>4)</sup>から転載、○囲いの数字は調査地点番号を表す）。

### 2. 水質調査項目と日時

#### (1) 定期的水質調査

5月は晴天日の昼、6月は晴天日と曇天日の昼、7～12月は晴天日の昼と夜および曇天日の昼に、それぞれ毎月1回各用水路の上流から下流に向かって調査した。

水質測定には（株）堀場製作所の水質チェッカーU-10を用い、水温、pH、EC（電気伝導度）、DO（溶存酸素）、濁度、塩分濃度を計測した。ただし塩分はすべて0であったため、本報告からは除いてある。また濁度表示の異常のため、9月以降の晴天日の昼・夜および8月以降の曇天日の昼からは、濁度の値は計測されていない。

#### (2) イオンクロマトグラフ法

7月～9月、イオンクロマトグラフ分析装置（高知大学農学部生産環境工学科環境分析室に設置されているDIONEX社製DX-120）を使用し、晴天日の昼・夜、曇天日の昼の水中に含まれるイオン分析を行った。イオン分析を行った調査地点は、①（春野神社）から②（山田分土工）を通り、舟入井筋の③（山田1097）までの約2.7kmの区間（以下「特定区間」という）である。分析を行ったイオンは、陽イオンがナトリウムイオン・アンモニウムイオン・カリウムイオン・マグネシウムイオン・カルシウムイオンであり、陰イオンがフッ素イオン・塩素イオン・亜硝酸イオン・臭素イオン・硝酸イオン・リン酸イオン・硫酸イオンである。

サンプルの調査日等を第1表に示す。○印は用水路より採取しイオンクロマトを使用して分析した試料である。

イオンクロマトグラフによる分析の特徴は、次のとおりである。



- ・複数のイオンを同時に定量できる。
- ・液体状態にあるサンプルを対象とする。
- ・異なる酸化状態にあるイオン ( $\text{NO}_2^-$ ,  $\text{NO}_3^-$ ), 異なる価数のイオン ( $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{3+}$ ) を別々に定量できる。
- ・希釈やろ過などの簡単な前処理だけで、資料中の主成分から微量不純物まで定量可能である。

### (3) 特定区間の水質10

#### 項目

9月20日(晴天日の昼)の①(春野神社)および③(山田1097)における水質サンプルを、(財)高知県環境検査センターに委託し、次の10項目の計量を行った。

(計量項目)

生物化学的酸素要求量(BOD), 全窒素, 全リン, リン酸イオン, アンモニア性窒素, M-アルカリ度, P-アルカリ度, 硝酸態窒素および亜硝酸態窒素, 有機物等(過マンガン酸カリウム消費量), 遊離炭酸

第1表 用水路より採取したサンプルの日時・天候・場所

調査日	①春野神社	②山田分水工直上流	③山田1097
晴れの日の昼			
7月17日	○	○	○
8月22日	○	○	○
9月17日	○	○	○
9月20日	○		○
曇りの日			
7月19日	○	○	○
9月23日	○	○	○
晴れの日の夜			
7月16日		○	○
8月22日	○	○	○
9月17日		○	○

(注) ○印が採取したサンプル。

第2表 表面流速と平均流速の関係

B/H	5	10	15	20	30	40	50	100
$V_m/V_s$	0.98	0.95	0.92	0.90	0.87	0.85	0.84	0.83

### 3. 流量調査

第1図に見るように、用水は物部川から取水後、①(春野神社)を経て、②(山田分水工)により

上井筋(⑤, ⑥)・中井筋(④, ⑦, ⑧), 舟入井筋(③, ⑨, ⑫, ⑬, ⑭)の3井筋に分水される。⑨からは竹黒井筋(⑩, ⑪), また⑫からは新川井筋(⑮, ⑯)が別れている。分水後の各井筋の流量と水質(pH・DO・EC)との関係を検討するために、それぞれ⑤(高竜寺), ④(山田1538), ③(山田1097)において水質調査を行うとともに流速・水深・幅を測定し、流量を算出した。流速は草を投げ入れて浮子法(表面浮子)により計測し、第2表<sup>5)</sup>により表面流速から平均流速を算定した。

(注)  $V_m$ : 平均流速,  $V_s$ : 表面流速, B: 水路の水面幅, H: 平均水深, 「水理公式集(土木学会)」<sup>5)</sup>より引用。

## 結果および考察

## 1. 定期的水質調査結果

## (1) 晴天日の昼

2000年5月25日, 6月20日, 7月19日, 8月22日, 9月17日, 10月26日, 11月22日, 12月12日(いずれも晴天日の昼)の水質計U-10による調査結果を第3-1~3-8表に示す。

第3-1表(5/25)を見ると, 上井筋②-⑤-⑥, 中井筋②-④-⑦-⑧, 舟入井筋②-③-⑨-⑫-⑬-⑭, 竹黒井筋⑨-⑩-⑪と流下するに従って水温は上昇, pHは増大, ECはやや減少(これは珍しい, ただし⑫, ⑭を除く), DOは変動しつつもやや増大していることがわかる。第3-2表(6/20)も水温, pH, DOは第3-1表と同じような傾向であるが, 濁度は下流に行くほど増大, またECは下流にいくほど増大の傾向が見られる。計測順序がおおむね上流から下流に向かって行われたため, 調査時刻が後になる地点では日照や気温の影響によって水温が上昇したとも考えらるが, 第3-1, 3-2表の⑪と⑫を比較すると, 単純に調査時刻の順に水温が上昇し

第3-1表 5月25日(木)の水質

番号	観測地点	距離 km	時刻	水温	pH	EC	濁度	DO	水深	幅	流速	面積	流量
				℃		mS/cm	NTU	mg/l	m	m	m/s	m <sup>2</sup>	m <sup>3</sup> /s
①	春野神社	0.0	17:13	19.6	8.56	0.095	—	9.45	1.69	6.00	0.81	10.14	8.26
②	山田分水工直上流	1.0	17:05	19.7	8.54	0.095	—	9.51	—	—	—	—	—
③	山田 1097	2.7	16:43	19.7	8.62	0.094	—	9.20	0.38	6.36	0.98	2.42	2.38
④	山田 1538	2.4	16:50	19.8	8.51	0.087	—	9.41	0.64	2.70	2.24	1.73	3.87
⑤	高竜寺	2.3	16:56	19.7	8.47	0.095	—	9.47	0.85	3.30	0.39	2.81	1.08
⑥	黒土団地	3.2	14:05	19.4	8.43	0.094	—	9.58	—	—	—	—	—
⑦	見晴橋	3.7	14:18	19.7	8.50	0.093	—	9.47	—	—	—	—	—
⑧	陣山 172	5.5	14:36	20.5	8.63	0.090	—	9.36	—	—	—	—	—
⑨	南国市包末 563	5.8	14:50	21.9	8.82	0.088	—	9.57	—	—	—	—	—
⑩	下野田 629	6.4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
⑪	下野田 652	8.1	15:09	25.2	9.59	0.088	—	1051	—	—	—	—	—
⑫	農業高校前	7.9	15:40	22.2	8.87	0.089	—	9.53	—	—	—	—	—
⑬	後免町駅前2丁目	8.2	15:53	22.4	8.81	0.088	—	9.43	—	—	—	—	—
⑭	小籠	8.6	16:12	25.2	9.23	0.099	—	9.78	—	—	—	—	—
⑮	税務署前	8.7	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
⑯	南国 SC	9.5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	物部川		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	平均	5.25	—	21.2	8.74	0.09	—	9.56	—	—	—	—	—

(注) 天候: 晴れ 雲量 2 高知日射量 26.9MJ/m<sup>2</sup>/day.

第3-2表 6月20日(火)の水質

番号	観測地点	時刻	水温 ℃	pH	EC mS/cm	濁度 NTU	DO mg/l	水深 m	幅 m	流速 m/s	面積 ㎡	流量 ㎡/s
①	春野神社	10:25	19.1	7.59	0.073	7	10.64	1.68	6.00	0.77	10.08	7.81
②	山田分水工直上流	10:15	19.4	7.54	0.073	6	10.48	—	—	—	—	—
③	山田 1097	10:00	20.2	8.02	0.074	7	10.16	0.44	6.36	1.08	2.80	3.03
④	山田 1538	10:45	19.6	7.62	0.073	7	10.43	0.64	2.70	2.58	1.73	4.46
⑤	高竜寺	10:55	19.5	7.67	0.074	5	10.55	0.87	3.30	0.35	2.87	1.00
⑥	黒土団地	11:10	19.6	7.62	0.074	8	10.77	—	—	—	—	—
⑦	見晴橋	11:18	19.8	7.92	0.073	7	10.61	—	—	—	—	—
⑧	陣山 172	13:35	21.7	8.49	0.073	8	10.44	—	—	—	—	—
⑨	南国市包末 563	13:44	22.8	8.47	0.074	10	10.27	—	—	—	—	—
⑩	下野田 629	13:51	26.8	9.56	0.077	16	12.60	—	—	—	—	—
⑪	下野田 652	14:00	27.7	9.66	0.082	14	13.95	—	—	—	—	—
⑫	農業高校前	14:12	23.7	8.50	0.075	13	10.25	—	—	—	—	—
⑬	後免町駅前2丁目	14:18	24.2	8.55	0.075	14	10.60	—	—	—	—	—
⑭	小籠	14:29	26.6	9.31	0.077	287	10.58	—	—	—	—	—
⑮	税務署前	14:50	24.4	8.61	0.075	13	10.26	—	—	—	—	—
⑯	南国 SC	14:40	27.2	9.55	0.080	27	9.14	—	—	—	—	—
	大埴	15:00	26.3	8.79	0.080	22	9.76	—	—	—	—	—
	平均	—	22.9	8.44	0.075	12	10.68	—	—	—	—	—

(注) 天候:晴れ 雲量2 高知日射量24.9MJ/m<sup>2</sup>/day.

(注) 濁度の平均値の算定では⑭の値は異常値とみて使用しなかった。

第3-3表 7月19日(火)の水質

番号	観測地点	時刻	水温 ℃	pH	EC mS/cm	濁度 NTU	DO mg/l	水深 m	幅 m	流速 m/s	面積 ㎡	流量 ㎡/s
①	春野神社	11:27	22.8	7.93	0.081	14	10.15	1.65	6.00	0.63	9.90	6.27
②	山田分水工直上流	11:35	22.8	8.15	0.082	2	10.03	—	—	—	—	—
③	山田 1097(採取)	11:41	23.6	8.37	0.082	2	10.43	—	—	—	—	—
④	山田 1097	11:44	24.2	8.42	0.082	3	10.54	0.42	6.36	1.00	2.67	2.66
⑤	山田 1538	11:49	22.9	8.13	0.082	3	10.22	0.69	2.70	2.18	1.86	4.06
⑥	高竜寺	11:57	22.9	8.03	0.082	1	10.08	0.88	3.30	0.33	2.90	0.96
⑦	黒土団地	12:03	23.1	8.05	0.082	10	10.26	—	—	—	—	—
⑧	見晴橋	12:10	23.6	8.23	0.082	4	10.38	—	—	—	—	—
⑨	陣山 172	12:17	24.9	8.53	0.083	8	10.20	—	—	—	—	—
⑩	南国市包末 563	12:21	25.6	8.74	0.083	6	10.12	—	—	—	—	—
⑪	下野田 629	12:28	30.0	9.78	0.094	11	16.25	—	—	—	—	—
⑫	下野田 652	12:34	31.0	10.14	0.102	10	17.25	—	—	—	—	—
⑬	農業高校前	12:45	26.7	8.97	0.085	8	10.57	—	—	—	—	—
⑭	後免町駅前2丁目	12:52	27.2	9.05	0.085	8	10.83	—	—	—	—	—
⑮	小籠	13:06	29.4	9.62	0.088	13	12.15	—	—	—	—	—
⑯	税務署前	13:31	28.0	9.19	0.085	9	10.97	—	—	—	—	—
⑰	南国 SC	13:12	29.9	9.62	0.089	7	9.60	—	—	—	—	—
	物部川	13:54	27.2	8.74	0.110	2	8.89	—	—	—	—	—
	平均	—	25.9	8.76	0.087	6.7	11.05	—	—	—	—	—

(注) 天候:晴れ 雲量2 高知日射量25.0MJ/m<sup>2</sup>/day.

第3-4表 8月22日(火)の水質

番号	観測地点	時刻	水温 ℃	pH	EC mS/cm	濁度 NTU	DO mg/l	水深 m	幅 m	流速 m/s	面積 ㎡	流量 ㎡/s
①	春野神社	11:05	22.7	8.17	0.081	5	9.97	1.58	6.00	0.84	9.48	8.00
②	山田分水工直上流	11:15	22.8	8.18	0.081	4	10.00	—	—	—	—	—
③	山田1097(採取)	11:25	23.7	8.39	0.082	5	10.48	—	—	—	—	—
③	山田1097	11:30	23.9	8.55	0.082	6	10.52	0.42	6.36	1.33	2.67	3.55
④	山田1538	11:38	22.9	8.28	0.081	5	10.33	0.64	2.70	2.34	1.73	4.05
⑤	高竜寺	11:47	23.2	8.26	0.081	3	9.75	0.87	3.30	0.38	2.87	1.09
⑥	黒土団地	11:51	23.3	8.14	0.082	7	10.11	—	—	—	—	—
⑦	見晴橋	11:57	23.5	8.31	0.081	5	10.45	—	—	—	—	—
⑧	陣山172	12:55	24.9	8.78	0.082	8	10.45	—	—	—	—	—
⑨	南国市包末563	13:01	25.8	8.99	0.082	16	10.35	—	—	—	—	—
⑩	下野田629	13:06	30.2	9.33	0.082	15	11.24	—	—	—	—	—
⑪	下野田652	13:12	31.7	9.50	0.084	12	11.95	—	—	—	—	—
⑫	農業高校前	13:21	26.9	9.14	0.083	20	10.45	—	—	—	—	—
⑬	後免町駅前2丁目	13:27	27.4	9.15	0.083	17	10.80	—	—	—	—	—
⑭	小籠	13:33	29.6	9.38	0.085	22	11.45	—	—	—	—	—
⑮	税務署前	13:49	27.7	9.16	0.083	22	10.34	—	—	—	—	—
⑯	南国SC	13:42	29.3	9.44	0.086	14	9.86	—	—	—	—	—
	物部川	14:05	26.0	8.81	0.086	5	9.56	—	—	—	—	—
	平均	—	25.9	8.78	0.083	11	10.45	—	—	—	—	—

(注) 天候: 晴れ 雲量2 高知日射量23.2MJ/㎡/day.

第3-5表 9月17日(日)の水質

番号	観測地点	時刻	水温 ℃	pH	EC mS/cm	濁度 NTU	DO mg/l	水深 m	幅 m	流速 m/s	面積 ㎡	流量 ㎡/s
①	春野神社	11:00	19.2	7.70	0.064	—	9.74	1.57	6.00	0.68	9.39	6.40
②	山田分水工直上流	11:06	19.3	6.77	0.065	—	9.05	—	—	—	—	—
③	山田1097(採取)	11:12	20.0	7.01	0.069	—	9.14	—	—	—	—	—
③	山田1097	11:18	20.2	7.13	0.068	—	8.94	0.38	6.36	1.03	2.42	2.49
④	山田1538	11:25	19.6	6.97	0.066	—	9.46	0.56	2.70	2.03	1.51	3.06
⑤	高竜寺	11:32	19.4	6.98	0.067	—	9.44	0.78	3.30	0.43	2.57	1.10
⑥	黒土団地	11:45	19.8	7.05	0.067	—	9.25	—	—	—	—	—
⑦	見晴橋	11:51	19.9	7.26	0.066	—	9.35	—	—	—	—	—
⑧	陣山172	11:59	21.1	8.25	0.068	—	8.70	—	—	—	—	—
⑨	南国市包末563	12:03	22.2	8.39	0.071	—	9.05	—	—	—	—	—
⑩	下野田629	12:48	25.7	8.98	0.073	—	9.23	—	—	—	—	—
⑪	下野田652	12:54	25.9	9.08	0.074	—	8.91	—	—	—	—	—
⑫	農業高校前	13:02	23.2	8.74	0.072	—	8.90	—	—	—	—	—
⑬	後免町駅前2丁目	13:06	23.5	8.74	0.072	—	8.84	—	—	—	—	—
⑭	小籠	13:16	24.6	8.46	0.074	—	8.68	—	—	—	—	—
⑮	税務署前	13:36	23.8	8.76	0.072	—	8.64	—	—	—	—	—
⑯	南国SC	13:27	25.1	7.30	0.102	—	6.87	—	—	—	—	—
	物部川	13:51	20.7	8.02	0.078	—	8.67	—	—	—	—	—
	平均	—	21.8	7.87	0.072	—	8.94	—	—	—	—	—

(注) 天候: 快晴 雲量0 高知日射量23.0MJ/㎡/day.

第3-6表 10月26日(木)の水質

番号	観測地点	時刻	水温 ℃	pH	EC mS/cm	濁度 NTU	DO mg/l	水深 m	幅 m	流速 m/s	面積 m <sup>2</sup>	流量 m <sup>3</sup> /s
①	春野神社	10:30	18.5	8.21	0.092	—	8.76	1.44	6.00	0.65	8.64	5.62
②	山田分水工直上流	10:35	18.5	7.40	0.092	—	8.86	—	—	—	—	—
③	山田 1097	10:42	19.2	8.41	0.092	—	9.35	0.34	6.36	1.01	2.16	2.18
④	山田 1538	10:47	18.5	7.65	0.092	—	8.91	0.47	2.70	2.08	1.27	2.64
⑤	高竜寺	10:56	18.5	7.43	0.092	—	9.00	0.73	3.30	0.36	2.41	0.87
⑥	黒土団地	11:01	18.4	7.44	0.093	—	8.68	—	—	—	—	—
⑦	見晴橋	11:08	18.7	8.25	0.092	—	9.41	—	—	—	—	—
⑧	陣山 172	11:14	19.4	8.91	0.093	—	9.35	—	—	—	—	—
⑨	南国市包末 563	11:20	20.3	9.17	0.093	—	9.39	—	—	—	—	—
⑩	下野田 629	11:24	21.0	9.28	0.093	—	10.30	—	—	—	—	—
⑪	下野田 652	11:28	21.4	9.37	0.093	—	10.57	—	—	—	—	—
⑫	農業高校前	11:37	21.2	9.25	0.094	—	9.42	—	—	—	—	—
⑬	後免町駅前2丁目	11:42	21.2	9.20	0.094	—	9.67	—	—	—	—	—
⑭	小籠	11:47	21.0	9.11	0.097	—	9.80	—	—	—	—	—
⑮	税務署前	12:01	21.5	9.29	0.094	—	9.80	—	—	—	—	—
⑯	南国 SC	11:54	21.9	9.21	0.095	—	10.15	—	—	—	—	—
	物部川	12:13	20.8	8.86	0.096	—	9.43	—	—	—	—	—
	平均	—	20.0	8.61	0.093	—	9.46	—	—	—	—	—

(注) 天候:晴れ 雲量2 高知日射量12.4MJ/m<sup>2</sup>/day.

第3-7表 11月22日(水)の水質

番号	観測地点	時刻	水温 ℃	pH	EC mS/cm	濁度 NTU	DO mg/l	水深 m	幅 m	流速 m/s	面積 m <sup>2</sup>	流量 m <sup>3</sup> /s
①	春野神社	11:32	13.8	7.56	0.086	—	9.75	1.44	6.00	0.74	8.64	6.37
②	山田分水工直上流	11:27	13.9	7.83	0.086	—	9.82	—	—	—	—	—
③	山田 1097	11:19	14.1	8.33	0.086	—	9.93	0.29	6.36	1.16	1.84	2.14
④	山田 1538	11:43	14.0	8.13	0.086	—	9.87	0.44	2.70	2.01	1.19	2.39
⑤	高竜寺	11:47	13.8	7.45	0.086	—	9.74	0.72	3.30	0.43	2.38	1.02
⑥	黒土団地	11:52	13.8	7.56	0.087	—	9.77	—	—	—	—	—
⑦	見晴橋	11:56	14.0	8.18	0.087	—	9.97	—	—	—	—	—
⑧	陣山 172	12:03	13.9	8.86	0.086	—	9.98	—	—	—	—	—
⑨	南国市包末 563	12:07	14.2	9.22	0.087	—	10.58	—	—	—	—	—
⑩	下野田 629	12:11	13.4	9.54	0.086	—	12.55	—	—	—	—	—
⑪	下野田 652	12:16	13.5	9.52	0.088	—	11.94	—	—	—	—	—
⑫	農業高校前	12:23	14.6	9.21	0.088	—	10.65	—	—	—	—	—
⑬	後免町駅前2丁目	12:28	14.4	9.21	0.090	—	10.69	—	—	—	—	—
⑭	小籠	12:35	13.1	8.60	0.094	—	10.35	—	—	—	—	—
⑮	税務署前	12:48	14.6	9.29	0.088	—	10.01	—	—	—	—	—
⑯	南国 SC	12:43	14.7	9.17	0.089	—	8.95	—	—	—	—	—
	物部川	13:30	14.6	8.42	0.086	—	9.70	—	—	—	—	—
	平均	—	14.0	8.59	0.087	—	10.25	—	—	—	—	—

(注) 天候:晴れ 雲量3 高知日射量12.1MJ/m<sup>2</sup>/day.



第3-8表 12月12日(火)の水質

番号	観測地点	時刻	水温 ℃	pH	EC mS/cm	濁度 NTU	DO mg/l	水深 m	幅 m	流速 m/s	面積 m <sup>2</sup>	流量 m <sup>3</sup> /s
①	春野神社	10:37	11.0	7.58	0.093	—	10.13	1.36	6.00	0.80	8.16	6.56
②	山田分水工直上流	10:49	10.9	7.35	0.094	—	10.10	—	—	—	—	—
③	山田 1097	10:56	11.0	8.69	0.094	—	10.65	0.28	6.36	1.45	1.78	2.58
④	山田 1538	11:04	10.8	8.30	0.094	—	10.39	0.39	2.70	2.50	1.05	2.63
⑤	高竜寺	11:08	10.7	7.46	0.094	—	10.07	0.65	3.30	0.62	2.15	1.34
⑥	黒土団地	11:15	10.7	7.51	0.094	—	10.15	—	—	—	—	—
⑦	見晴橋	11:22	10.8	8.23	0.094	—	10.54	—	—	—	—	—
⑧	陣山 172	11:29	10.8	8.81	0.095	—	10.60	—	—	—	—	—
⑨	南国市包末 563	11:34	11.0	9.18	0.094	—	11.08	—	—	—	—	—
⑩	下野田 629	11:38	10.0	9.27	0.093	—	12.17	—	—	—	—	—
⑪	下野田 652	11:43	9.8	9.33	0.094	—	12.47	—	—	—	—	—
⑫	農業高校前	11:52	10.8	9.31	0.094	—	11.52	—	—	—	—	—
⑬	後免町駅前2丁目	11:57	10.8	9.32	0.094	—	11.89	—	—	—	—	—
⑭	小籠	12:03	9.5	8.60	0.100	—	11.58	—	—	—	—	—
⑮	税務署前	12:16	11.0	9.29	0.094	—	10.97	—	—	—	—	—
⑯	南国 SC	12:10	10.1	9.15	0.097	—	10.74	—	—	—	—	—
	物部川	10:42	10.8	8.08	0.093	—	9.35	—	—	—	—	—
	平均	—	10.6	8.56	0.094	—	10.85	—	—	—	—	—

(注) 天候：晴れ 雲量1 高知日射量12.3MJ/m<sup>2</sup>/day.

たともいえず、やはり下流に流下するに従って水温が上昇したと考えることが妥当であろう。第3-3表(7/19)も同様に水温、pH、DOが下流に下がるに従って上昇している。①の濁度の値が②では急減しているが、濁度は普通このように急減することは珍しく、調査のときに底泥を拾うなどのことがあったのかもしれない。第3-4表(8/22)を見ると⑪の水温上昇が大きい。竹黒井筋が水路にとって日陰となる家屋の少ない水田地帯を走っていること、水深の浅い流れであることが影響しているものと思われる。水温が高いと、飽和溶存酸素量は減少するから、DOは減少すると考えられるのに、第3-4表の⑪などではそうではない。⑪の水温31.7℃では、飽和溶存酸素量は第4表から計算すると7.25mg/l程度となるので、⑪のDO 11.95mg/lは過飽和となっていることを示している。これは晴天日の昼であるために水温、太陽光ともに多く、藻などがCO<sub>2</sub>を吸収してO<sub>2</sub>を水中に出す炭酸同化作用が活発に行われたためと考えられる。

第3-5表(9/17)を見ると水温とEC値は下流に下がるにつれて高くなっている。特に⑯地点で大きなEC値となっているのは、後免市街地からの家庭雑排水の流入が原因と考えられる。pHもおおむね下流に行くほど高くなっているが、8月までほどははっきりしない。DOは下流の方が高いかどうかははっきりとしない(例えば⑯)。第3-6表(10/26)、第3-7表(11/22)を見るとやはり下流へ行くにつれて水温、pH、DOが高くなっているが、水温上昇は9月以前ほどではなく、⑭など上流の⑬よりも水温が低下している地点がある。第3-8表(12/12)を見るとpH、EC、DOは下流に行くほど上がる傾向があるが、⑮と⑯の水温、pH、DOのように、上流よりも低下する地点もある。物部川のDOは、用水路のそれとかなり違う数値となっている点が注目される。

第4表 水の飽和溶存酸素量  
(単位: mg/l)

温度	DO	温度	DO
0	14.16	20	8.84
1	13.77	21	8.68
2	13.40	22	8.53
3	13.04	23	8.39
4	12.70	24	8.25
5	12.37	25	8.11
6	12.06	26	7.99
7	11.75	27	7.87
8	11.47	28	7.75
9	11.19	29	7.64
10	10.92	30	7.53
11	10.67	31	7.42
12	10.43	32	7.32
13	10.20	33	7.22
14	9.97	34	7.13
15	9.76	35	7.04
16	9.56	36	6.94
17	9.37	37	6.86
18	9.18	38	6.76
19	9.01	39	6.68

(注)「農村環境計画学Ⅰ」(吉田 勲)より引用

て水温が低下する傾向が見られる。これは気温が低いことの影響を受けたためと考えられる。また⑬-⑭(舟入井筋)間ではDOは上昇しているのにpHは低下している。ECが急激に増大していることから考えると、支川からpHが低くDOが高い水が流入したことに起因してpHの低下、DOの上昇が起こったと考えられる。

### (3) 晴天日の夜

第3-16~3-21表に7月16日、8月22日、9月17日、10月26日、11月22日、12月12日の夜間の水質を示す。

第3-16表(7/16)を見ると、水温は流下に従って上昇し、pHは低下している。DOは流下に従って低下している地点が多いが、夜間は光合成による酸素の排出が起こらないうへ、有機汚濁物質の浄化に酸素が消費されることが原因と考えられる。特に下流部に位置する⑨-⑩(竹黒井筋)、⑬-⑭(舟入井筋)、⑮-⑯(新川井筋)の間で急減している。この間ECが急増しているのて、有機物を含んだ汚水等の流入がこれらの区間で多かったと想像される。第2図に7/19(晴天日昼)と7/16(晴天日夜)の流下に伴うECの変化を示す。棒グラフは舟入井筋②、③、⑨、⑫、⑬、

### (2) 曇天日の昼

第3-9~3-15表に6月18日、7月17日、8月30日、9月23日、10月17日、11月16日、12月14日(いずれも曇天日の昼)の同様の調査結果を示す。

第3-9表(6/18)を見ると、曇天日でも下流に流下するに従って水温、pH、DOの値が上昇していることがわかる。この傾向は第3-10表(7/17)でも同様である。しかし、第3-11表(8/30)を見ると、流下するに従って水温、pH、DOの値が上昇している地点が多いが、⑩-⑪(竹黒井筋)、⑫-⑬(舟入井筋)の間ではpH、DOの値が下流に流下するに従って低くなっていることがわかる。DOだけであれば②-⑤(上井筋)、④-⑦(中井筋)、③-⑨(舟入井筋)の間でも下流の方が低くなっている。また⑬、⑭、⑮、⑯などでDOが低くなっている。第3-12表(9/23)でも水温は下流に流下するほど上昇しているが、pH、DOについては⑬-⑭、⑩-⑪などの間で、下流の方が低くなっている。第3-13表(10/17)でも、概ね下流に流下するに従ってpH、DOは上昇しているが、②-⑤(上井筋)、⑬-⑭(舟入井筋)、⑮-⑯(新川井筋)の間などではpH、DOは下流の方が低くなっている。この理由は、曇天日には晴天日ほど炭酸同化作用が行われず、酸素が多くは放出されないためであると思われる。第3-14表(11/16)を見ると、やはり流下に従ってpH、DOが上昇している地点が多いが、⑨-⑬(舟入井筋)などは反対に低下している。第3-15表(12/14)を見ると、流下するに従って

第3-9表 6月18日(日)の水質

番号	観測地点	時刻	水温	pH	EC	濁度	DO	水深	幅	流速	面積	流量
			℃		mS/cm	NTU	mg/l	m	m	m/s	m <sup>2</sup>	m <sup>3</sup> /s
①	春野神社	10:40	18.7	7.60	0.078	11	9.86	1.56	6.00	0.59	9.36	5.53
②	山田分水工直上流	10:57	18.7	7.52	0.078	10	10.24	—	—	—	—	—
③	山田 1097	11:08	19.6	8.04	0.079	12	10.22	0.39	6.36	1.03	2.48	2.56
④	山田 1538	11:20	19.1	7.73	0.078	12	10.33	0.59	2.70	2.34	1.59	3.73
⑤	高竜寺	11:32	19.0	7.66	0.078	9	10.27	0.91	3.30	0.32	3.00	0.96
⑥	黒土団地	11:47	19.2	7.66	0.078	10	9.60	—	—	—	—	—
⑦	見晴橋	11:55	19.3	7.94	0.078	12	10.23	—	—	—	—	—
⑧	陣山 172	12:45	20.4	8.29	0.078	16	10.34	—	—	—	—	—
⑨	南国市包末 563	12:55	21.4	8.53	0.079	16	10.35	—	—	—	—	—
⑩	下野田 629	13:03	23.5	8.81	0.073	70	11.20	—	—	—	—	—
⑪	下野田 652	13:17	24.3	8.93	0.073	54	11.70	—	—	—	—	—
⑫	農業高校前	13:30	22.0	8.56	0.078	17	10.50	—	—	—	—	—
⑬	後免町駅前2丁目	13:36	22.5	8.68	0.079	19	10.64	—	—	—	—	—
⑭	小籠	13:47	23.5	9.15	0.079	25	11.11	—	—	—	—	—
⑮	税務署前	14:03	24.4	9.46	0.082	17	9.76	—	—	—	—	—
⑯	南国 SC	14:18	22.9	8.65	0.076	19	10.30	—	—	—	—	—
	平均	—	21.2	8.33	0.078	21	10.42	—	—	—	—	—

(注) 天候:曇り 雲量10 高知日射量9.4MJ/m<sup>2</sup>/day.

第3-9'表 6月25日(日)の水質

番号	観測地点	時刻	水温	pH	EC	濁度	DO	水深	幅	流速	面積	流量
			℃		mS/cm	NTU	mg/l	m	m	m/s	m <sup>2</sup>	m <sup>3</sup> /s
①	春野神社	9:55	19.5	7.74	0.078	2	10.30	1.65	6.00	0.60	9.90	5.94
②	山田分水工直上流	10:10	19.5	7.78	0.078	2	10.28	—	—	—	—	—
③	山田 1097	10:15	19.8	7.96	0.078	4	10.25	0.46	6.36	1.00	2.93	2.93
④	山田 1538	10:29	19.5	7.77	0.082	4	10.48	0.74	2.70	2.00	2.00	4.00
⑤	高竜寺	10:37	19.4	7.73	0.078	2	9.94	0.91	3.30	0.30	3.00	0.89
⑥	黒土団地	10:51	19.4	7.78	0.078	3	10.16	—	—	—	—	—
⑦	見晴橋	11:57	19.7	7.90	0.078	4	10.69	—	—	—	—	—
⑧	陣山 172	11:07	20.4	8.24	0.079	5	10.34	—	—	—	—	—
⑨	南国市包末 563	11:13	21.1	8.42	0.079	6	10.58	—	—	—	—	—
⑩	下野田 629	11:21	23.8	9.42	0.081	6	14.46	—	—	—	—	—
⑪	下野田 652	11:29	25.0	9.71	0.086	12	17.70	—	—	—	—	—
⑫	農業高校前	12:00	22.3	8.82	0.079	9	10.88	—	—	—	—	—
⑬	後免町駅前2丁目	12:05	22.6	8.83	0.079	9	11.10	—	—	—	—	—
⑭	小籠	12:27	24.3	9.57	0.082	20	12.40	—	—	—	—	—
⑮	税務署前	12:55	22.8	8.58	0.081	27	10.38	—	—	—	—	—
⑯	南国 SC	12:26	24.4	9.27	0.079	0	11.48	—	—	—	—	—
	物部川	14:13	21.2	8.27	0.083	3	10.30	—	—	—	—	—
	平均	—	21.5	8.46	0.080	6.9	11.28	—	—	—	—	—

(注) 天候:曇り 雲量9 高知日射量19.4MJ/m<sup>2</sup>/day.

第3-10表 7月17日(月)の水質

番号	観測地点	時刻	水温 ℃	pH	EC mS/cm	濁度 NTU	DO mg/l	水深 m	幅 m	流速 m/s	面積 m <sup>2</sup>	流量 m <sup>3</sup> /s
①	春野神社	10:48	22.1	7.88	0.082	4	9.92	1.66	6.00	0.74	9.96	7.36
②	山田分水工直上流	10:54	22.1	7.96	0.082	3	10.02	—	—	—	—	—
③	山田 1097(採取)	11:09	23.0	8.40	0.082	4	10.35	—	—	—	—	—
③	山田 1097	11:03	22.8	8.27	0.082	4	10.58	0.48	6.36	1.10	3.05	3.36
④	山田 1538	11:17	22.4	8.01	0.082	3	9.98	0.73	2.70	2.04	1.97	4.01
⑤	高竜寺	11:27	22.3	7.91	0.082	2	10.02	0.91	3.30	0.40	3.00	1.20
⑥	黒土団地	12:00	22.4	8.10	0.082	2	9.27	—	—	—	—	—
⑦	見晴橋	12:05	22.6	8.13	0.082	4	10.39	—	—	—	—	—
⑧	陣山 172	12:13	23.3	8.61	0.082	5	10.02	—	—	—	—	—
⑨	南国市包末 563	12:19	24.2	8.71	0.084	5	10.63	—	—	—	—	—
⑩	下野田 629	12:26	26.1	9.28	0.083	10	12.36	—	—	—	—	—
⑪	下野田 652	12:31	27.1	9.59	0.083	10	12.77	—	—	—	—	—
⑫	農業高校前	12:40	24.6	8.93	0.084	8	10.65	—	—	—	—	—
⑬	後免町駅前2丁目	12:48	25.0	8.97	0.084	8	10.90	—	—	—	—	—
⑭	小籠	12:56	27.1	9.57	0.088	8	9.80	—	—	—	—	—
⑮	税務署前	13:17	25.6	9.30	0.084	8	10.85	—	—	—	—	—
⑯	南国 SC	13:07	26.8	9.73	0.085	10	10.35	—	—	—	—	—
	平均	—	24.1	8.67	0.083	5.8	10.52	—	—	—	—	—

(注) 天候:曇り 雲量8 高知日射量21.0MJ/m<sup>2</sup>/day.

第3-11表 8月30日(月)の水質

番号	観測地点	時刻	水温 ℃	pH	EC mS/cm	濁度 NTU	DO mg/l	水深 m	幅 m	流速 m/s	面積 m <sup>2</sup>	流量 m <sup>3</sup> /s
①	春野神社	14:25	24.0	7.01	0.093	—	8.52	1.39	6.00	0.54	8.34	4.50
②	山田分水工直上流	14:40	24.1	7.21	0.093	—	8.27	—	—	—	—	—
③	山田 1097	14:50	24.7	7.98	0.093	—	8.73	0.35	6.36	0.78	2.23	1.74
④	山田 1538	15:05	24.3	8.12	0.093	—	8.58	0.52	2.70	1.76	1.40	2.46
⑤	高竜寺	15:15	24.2	8.05	0.094	—	8.21	0.76	3.30	0.38	2.51	0.95
⑥	黒土団地	15:30	24.3	8.05	0.094	—	8.48	—	—	—	—	—
⑦	見晴橋	15:40	24.4	8.14	0.093	—	8.27	—	—	—	—	—
⑧	陣山 172	16:00	24.9	8.45	0.094	—	8.38	—	—	—	—	—
⑨	南国市包末 563	16:05	25.5	8.55	0.093	—	8.48	—	—	—	—	—
⑩	下野田 629	16:15	26.5	8.82	0.092	—	8.55	—	—	—	—	—
⑪	下野田 652	16:30	27.4	8.79	0.092	—	8.49	—	—	—	—	—
⑫	農業高校前	16:40	25.8	8.55	0.093	—	8.41	—	—	—	—	—
⑬	後免町駅前2丁目	17:00	26.1	8.03	0.159	—	6.86	—	—	—	—	—
⑭	小籠	17:05	26.9	8.42	0.097	—	7.65	—	—	—	—	—
⑮	税務署前	17:35	25.6	8.19	0.094	—	7.41	—	—	—	—	—
⑯	南国 SC	17:20	26.2	8.10	0.095	—	6.55	—	—	—	—	—
	平均	—	25.3	8.15	0.098	—	8.12	—	—	—	—	—

(注) 天候:曇り 雲量10 高知日射量12.7MJ/m<sup>2</sup>/day.

第3-12表 9月23日(日)の水質

番号	観測地点	時刻	水温 ℃	pH	EC mS/cm	濁度 NTU	DO mg/l	水深 m	幅 m	流速 m/s	面積 m <sup>2</sup>	流量 m <sup>3</sup> /s
①	春野神社	11:50	18.9	7.07	0.074	—	9.17	—	—	—	—	—
②	山田分水工直上流	11:58	19.0	7.21	0.074	—	9.06	—	—	—	—	—
③	山田1097(採取)	12:06	19.9	7.81	0.076	—	9.27	—	—	—	—	—
③	山田1097	12:14	20.3	7.99	0.076	—	9.19	—	—	—	—	—
④	山田1538	12:17	19.4	7.55	0.075	—	9.14	—	—	—	—	—
⑤	高竜寺	12:22	19.3	7.36	0.075	—	9.04	—	—	—	—	—
⑥	黒土団地	12:28	19.5	7.17	0.076	—	8.35	—	—	—	—	—
⑦	見晴橋	12:32	19.9	7.61	0.075	—	9.53	—	—	—	—	—
⑧	陣山172	12:40	22.2	8.94	0.077	—	9.38	—	—	—	—	—
⑨	南国市包末563	12:45	22.3	8.93	0.077	—	9.67	—	—	—	—	—
⑩	下野田629	12:50	26.0	8.62	0.068	—	9.26	—	—	—	—	—
⑪	下野田652	12:55	26.3	8.55	0.064	—	9.00	—	—	—	—	—
⑫	農業高校前	13:05	23.5	9.11	0.075	—	9.71	—	—	—	—	—
⑬	後免町駅前2丁目	13:11	23.6	9.16	0.074	—	9.69	—	—	—	—	—
⑭	小籠	13:18	25.3	8.22	0.064	—	8.27	—	—	—	—	—
⑮	税務署前	13:40	23.5	8.95	0.075	—	9.19	—	—	—	—	—
⑯	南国SC	13:25	24.3	7.00	0.086	—	7.41	—	—	—	—	—
	物部川	14:03	20.2	8.30	0.077	—	8.70	—	—	—	—	—
	平均	—	21.9	8.09	0.074	—	9.06	—	—	—	—	—

(注) 天候:曇り 雲量10 高知日射量11.4MJ/m<sup>2</sup>/day.

第3-13表 10月17日(日)の水質

番号	観測地点	時刻	水温 ℃	pH	EC mS/cm	濁度 NTU	DO mg/l	水深 m	幅 m	流速 m/s	面積 m <sup>2</sup>	流量 m <sup>3</sup> /s
①	春野神社	11:05	18.7	7.73	0.086	—	8.70	1.58	6.00	0.74	9.48	7.00
②	山田分水工直上流	11:14	18.7	7.80	0.086	—	8.77	—	—	—	—	—
③	山田1097	11:20	18.9	8.41	0.087	—	9.81	0.45	6.36	1.20	2.86	3.44
④	山田1538	11:29	18.7	7.95	0.086	—	8.93	0.56	2.70	2.53	1.51	3.83
⑤	高竜寺	11:37	18.7	7.45	0.087	—	8.75	0.77	3.30	1.07	2.54	2.72
⑥	黒土団地	11:51	18.7	7.56	0.087	—	8.82	—	—	—	—	—
⑦	見晴橋	11:58	18.8	7.95	0.087	—	9.24	—	—	—	—	—
⑧	陣山172	12:07	19.2	8.70	0.088	—	9.37	—	—	—	—	—
⑨	南国市包末563	12:12	19.5	9.03	0.087	—	9.68	—	—	—	—	—
⑩	下野田629	12:22	20.8	9.48	0.087	—	11.39	—	—	—	—	—
⑪	下野田652	12:30	20.9	9.54	0.088	—	11.33	—	—	—	—	—
⑫	農業高校前	12:42	20.0	9.16	0.087	—	9.74	—	—	—	—	—
⑬	後免町駅前2丁目	12:58	20.2	9.20	0.087	—	9.85	—	—	—	—	—
⑭	小籠	13:10	20.4	8.51	0.089	—	9.74	—	—	—	—	—
⑮	税務署前	13:35	20.1	9.16	0.087	—	9.74	—	—	—	—	—
⑯	南国SC	13:25	20.5	9.11	0.087	—	9.86	—	—	—	—	—
	物部川	13:46	20.0	8.84	0.096	—	8.94	—	—	—	—	—
	平均	—	19.6	8.56	0.088	—	9.57	—	—	—	—	—

(注) 天候:曇り 雲量10 高知日射量6.2MJ/m<sup>2</sup>/day.

第3-14表 11月16日(木)の水質

番号	観測地点	時刻	水温 ℃	pH	EC mS/cm	濁度 NTU	DO mg/l	水深 m	幅 m	流速 m/s	面積 m <sup>2</sup>	流量 m <sup>3</sup> /s
①	春野神社	10:59	15.6	7.71	0.082	—	9.63	1.48	6.00	0.80	8.88	7.15
②	山田分水直上流	11:07	15.6	7.52	0.082	—	9.42	—	—	—	—	—
③	山田 1097	11:14	15.9	8.20	0.083	—	9.57	0.33	6.36	1.17	2.10	2.46
④	山田 1538	11:20	15.6	8.16	0.082	—	9.43	0.45	2.70	2.16	1.22	2.62
⑤	高竜寺	11:24	15.4	7.35	0.081	—	9.55	0.72	3.30	1.07	2.38	2.54
⑥	黒土団地	11:30	15.5	7.95	0.082	—	9.44	—	—	—	—	—
⑦	見晴橋	11:34	15.6	8.10	0.084	—	9.56	—	—	—	—	—
⑧	陣山 172	11:42	15.8	8.85	0.084	—	9.66	—	—	—	—	—
⑨	南国市包末 563	11:46	16.1	9.01	0.083	—	9.98	—	—	—	—	—
⑩	下野田 629	11:59	16.4	9.46	0.084	—	11.21	—	—	—	—	—
⑪	下野田 652	11:54	16.6	9.67	0.085	—	12.71	—	—	—	—	—
⑫	農業高校前	12:07	16.3	9.00	0.084	—	9.91	—	—	—	—	—
⑬	後免町駅前2丁目	12:11	16.3	9.00	0.084	—	9.64	—	—	—	—	—
⑭	小籠	12:16	16.3	8.91	0.086	—	9.76	—	—	—	—	—
⑮	税務署前	12:28	16.6	9.10	0.083	—	9.92	—	—	—	—	—
⑯	南国 SC	12:21	16.7	9.02	0.086	—	8.55	—	—	—	—	—
	物部川	—	—	—	—	—	8.94	—	—	—	—	—
	平均	—	16.0	8.56	0.083	—	9.87	—	—	—	—	—

(注) 天候：曇り 雲量10 高知日射量 2.6 MJ/m<sup>2</sup>/day.

(注) 平均値の算定からは「物部川」のDO値は除いてある。

第3-15表 12月14日(木)の水質

番号	観測地点	時刻	水温 ℃	pH	EC mS/cm	濁度 NTU	DO mg/l	水深 m	幅 m	流速 m/s	面積 m <sup>2</sup>	流量 m <sup>3</sup> /s
①	春野神社	10:54	10.8	7.43	0.095	—	10.42	1.36	6.00	0.80	8.16	6.57
②	山田分水直上流	11:08	10.7	7.42	0.095	—	10.49	—	—	—	—	—
③	山田 1097	11:13	10.8	8.41	0.095	—	10.99	0.28	6.36	1.17	1.78	2.09
④	山田 1538	11:21	10.7	8.00	0.095	—	10.44	0.39	2.70	2.16	1.05	2.27
⑤	高竜寺	11:28	10.6	7.50	0.095	—	10.48	0.68	3.30	1.07	2.24	2.40
⑥	黒土団地	11:34	10.7	7.46	0.097	—	10.25	—	—	—	—	—
⑦	見晴橋	11:38	10.7	8.15	0.095	—	10.50	—	—	—	—	—
⑧	陣山 172	11:45	10.6	8.91	0.095	—	11.27	—	—	—	—	—
⑨	南国市包末 563	11:50	10.6	9.07	0.094	—	11.37	—	—	—	—	—
⑩	下野田 629	11:54	9.6	9.32	0.094	—	12.57	—	—	—	—	—
⑪	下野田 652	12:00	9.5	9.39	0.096	—	13.15	—	—	—	—	—
⑫	農業高校前	12:06	10.5	9.11	0.095	—	12.02	—	—	—	—	—
⑬	後免町駅前2丁目	12:09	10.3	9.16	0.095	—	12.00	—	—	—	—	—
⑭	小籠	12:16	10.0	8.64	0.103	—	12.06	—	—	—	—	—
⑮	税務署前	12:27	10.6	9.14	0.095	—	11.79	—	—	—	—	—
⑯	南国 SC	12:20	10.2	9.11	0.103	—	10.64	—	—	—	—	—
	物部川	11:00	10.6	8.26	0.095	—	9.10	—	—	—	—	—
	平均	—	10.4	8.50	0.096	—	11.15	—	—	—	—	—

(注) 天候：曇り 雲量10 高知日射量 3.9 MJ/m<sup>2</sup>/day.

⑭の各測定地点間毎の家屋数を、水路から両側500mの範囲について一万分の一の地図上で調べ、図示したものである。民家からの家庭雑排水の流入量は、水路周辺の民家の戸数と関係があるにちがいがなく、それはまたEC値に関係するであろうと考えたのであるが、第2図はEC値の急変するところで家屋数が急増していることが読みとれ、家庭雑排水の流入がEC値の増大を引き起こしているという推理の妥当性を示していると思われる。濁度も⑨-⑩、⑬-⑭の各区間で増大しているが、なぜか⑮-⑯区間では減少している。この傾向は第3-17表(8/22)でも同様である。

第3-18表(9/17)を見ると、流下に伴う水温の上昇傾向、pHおよびDOの低下傾向は、第3-16~3-17表と同様であるが、⑦-⑧、⑨-⑩、⑨-⑫-⑬、⑫-⑮の各区間でpHが上昇している。これらの区間では⑨-⑩を除いては顕著なECの増大は見られないので、このpHの上昇が汚水の流入によるともいえない。このうち⑦-⑧、⑨-⑫ではDOの増加すら見られる。夜間に光合成が行われるはずはないので、昼間光合成が盛んに行われた水の流入によるとも考えられるがよくわからない。⑬-⑭、⑮-⑯ではECの増大、pHとDOの低下が見られる。これは汚水の流入によると考えられる。

第3-19表(10/26)を見ると、流下に伴う水温の下降傾向が見られる。この時期(10月)には、夜間の水温は大きく低下するからであろう。ことに⑩-⑪では1.6℃

第3-16表 7月16日(日)夜の水質

番号	観測地点	時刻	水温 ℃	pH	EC mS/cm	濁度 NTU	DO mg/l
①	春野神社	22:35	21.9	8.13	0.081	2	9.88
②	山田分水工直上流	22:46	21.8	8.01	0.081	2	9.70
③	山田1097(採取)	23:05	22.0	7.75	0.081	3	9.30
③	山田1097	22:58	22.0	7.79	0.081	3	9.46
④	山田1538	23:14	21.9	7.86	0.081	3	9.57
⑤	高竜寺	23:19	22.0	7.89	0.081	2	9.43
⑥	黒土団地	23:28	22.0	7.61	0.083	3	9.34
⑦	見晴橋	23:36	21.9	7.70	0.081	3	9.58
⑧	陣山172	23:44	22.1	7.69	0.081	5	9.05
⑨	南国市包末563	23:51	22.3	7.53	0.082	4	9.09
⑩	下野田629	23:56	23.9	7.45	0.085	11	7.63
⑪	下野田652	0:02	24.4	7.38	0.086	10	7.20
⑫	農業高校前	0:09	22.6	7.47	0.082	9	8.99
⑬	後免町駅前2丁目	0:16	22.7	7.45	0.083	10	9.04
⑭	小籠	0:27	23.9	6.86	0.090	46	3.38
⑮	税務署前	0:58	23.0	7.36	0.083	12	8.77
⑯	南国SC	0:45	23.9	7.30	0.088	5	5.05
	平均	-	22.6	7.60	0.083	7.8	8.50

(注) 天候:曇り 雲量10 高知日射量16.9MJ/m<sup>2</sup>/day.

第3-17表 8月22日(火)夜の水質

番号	観測地点	時刻	水温 ℃	pH	EC mS/cm	濁度 NTU	DO mg/l
①	春野神社	23:15	22.5	7.94	0.079	7	9.82
②	山田分水工直上流	23:25	22.5	7.87	0.079	7	9.74
③	山田1097(採取)	23:33	22.5	7.75	0.079	8	9.66
③	山田1097	23:40	22.6	7.74	0.079	9	9.46
④	山田1538	23:46	22.3	7.74	0.078	7	9.90
⑤	高竜寺	23:52	22.4	7.44	0.079	9	9.10
⑥	黒土団地	0:00	22.2	7.35	0.080	30	8.52
⑦	見晴橋	0:07	22.3	7.43	0.079	7	9.58
⑧	陣山172	0:19	22.5	7.67	0.079	8	9.31
⑨	南国市包末563	0:26	22.6	7.78	0.079	11	9.59
⑩	下野田629	0:30	24.1	7.67	0.083	9	8.00
⑪	下野田652	0:40	24.5	7.74	0.084	13	8.18
⑫	農業高校前	0:46	22.8	7.79	0.079	15	9.10
⑬	後免町駅前2丁目	0:52	23.0	7.71	0.080	14	8.72
⑭	小籠	1:03	24.9	7.72	0.082	24	8.80
⑮	税務署前	1:20	23.1	7.73	0.080	14	8.74
⑯	南国SC	1:11	23.8	7.77	0.082	9	5.80
	平均	-	23.0	7.70	0.080	12	8.94

(注) 天候:曇り 雲量10 高知日射量23.2MJ/m<sup>2</sup>/day.

第3-18表 9月17日(日)夜の水質

番号	観測地点	時刻	水温 ℃	pH	EC mS/cm	濁度 NTU	DO mg/l
①	春野神社	22:40	19.0	7.67	0.063	—	9.38
②	山田分水工直上流	22:54	18.9	7.23	0.064	—	9.25
③	山田 1097(採取)	23:01	18.9	7.07	0.067	—	8.71
③	山田 1097	23:07	18.6	7.01	0.066	—	8.76
④	山田 1538	23:15	18.9	6.94	0.065	—	9.07
⑤	高竜寺	23:18	18.9	6.85	0.065	—	8.92
⑥	黒土団地	23:26	18.9	6.75	0.066	—	8.78
⑦	見晴橋	23:30	18.8	6.78	0.065	—	8.76
⑧	陣山 172	23:40	18.8	6.88	0.064	—	8.56
⑨	南国市包末 563	23:48	18.9	6.94	0.068	—	8.60
⑩	下野田 629	23:52	19.7	7.03	0.072	—	7.80
⑪	下野田 652	23:56	19.8	7.03	0.073	—	8.21
⑫	農業高校前	0:02	19.0	7.16	0.068	—	8.72
⑬	後免町駅前2丁目	0:05	19.1	7.30	0.068	—	8.38
⑭	小籠	0:12	19.6	6.69	0.071	—	8.34
⑮	税務署前	0:40	19.1	7.20	0.068	—	8.35
⑯	南国 SC	0:30	19.7	6.91	0.081	—	6.88
	平均	—	19.1	7.03	0.068	—	8.56

(注) 天候: 快晴 雲量 0 高知日射量 23.0MJ/m<sup>2</sup>/day.

第3-19表 10月26日(木)夜の水質

番号	観測地点	時刻	水温 ℃	pH	EC mS/cm	濁度 NTU	DO mg/l
①	春野神社	19:10	18.4	7.53	0.092	—	9.05
②	山田分水工直上流	19:13	18.3	8.27	0.092	—	9.17
③	山田 1097	19:20	18.4	8.13	0.092	—	8.67
④	山田 1538	19:25	18.3	8.16	0.092	—	8.90
⑤	高竜寺	19:30	18.3	7.58	0.092	—	9.05
⑥	黒土団地	19:35	18.1	7.68	0.092	—	9.03
⑦	見晴橋	19:39	18.1	8.13	0.093	—	8.77
⑧	陣山 172	19:47	18.0	8.10	0.092	—	8.56
⑨	南国市包末 563	19:51	18.1	8.07	0.093	—	8.42
⑩	下野田 629	19:56	18.5	8.00	0.096	—	7.93
⑪	下野田 652	0:10	16.9	7.93	0.096	—	8.29
⑫	農業高校前	23:36	17.6	7.76	0.092	—	8.47
⑬	後免町駅前2丁目	23:44	17.5	7.81	0.094	—	7.89
⑭	小籠	23:49	17.4	7.29	0.099	—	8.27
⑮	税務署前	0:04	17.2	8.03	0.093	—	7.77
⑯	南国 SC	23:56	16.9	7.94	0.099	—	5.75
	平均	—	17.9	7.90	0.094	—	8.37

(注) 天候: 曇り 雲量 9 高知日射量 12.4MJ/m<sup>2</sup>/day.

も低下している。この2点間の距離がわずか1.7kmであることを考えると大きい。これは水深が浅く、大気の影響を受けやすいためと考えられる。pHも流下に伴って下降傾向を示す。ただし、⑨-⑫-⑬、⑫-⑮ではpHは上昇しているが、この間ECは増大、DOは⑨-⑫を除いては減少しているから、汚水の流入が原因と考えられる。⑨-⑫においてpH、DOともに上昇したが、昼間光合成が盛んに行われた水の流入による考えられる。

第3-20表(11/22)を見ると、流下に伴う水温の低下傾向は第3-19表(10/26)と同様である。上流部(例えば②-④-⑦)に比べて末端水路(例えば⑮-⑯)の水温低下が甚だしい。これは、末端にいくに従って分水の影響で流量が減少して、気温の低下の影響を強く受けるためと思われる。pHは上流部の②-⑤、④-⑦-⑧、③-⑨)では流下に従ってpHは上昇しているが、下流部のうち⑨-⑫-⑬-⑭(舟入井筋)、⑮-⑯(新川井筋)では低下し、⑩-⑪(竹黒井筋)、⑫-⑮(新川井筋)では上昇している。pHの変動はその水路への流入水のpHの大小、流入水の多少によっても生じると考えられるが、はっきりしたことは言えない。DOについては上流部では②-⑤(上井筋)、②-④-⑦(中井筋)、②-③-⑨(舟入井筋)では低下しているが、⑤-⑥(上井筋)、⑦-⑧(中井筋)など、幹線の末ではむしろ上昇している。下流部でも舟入井筋の⑨-⑫で上昇、⑫-⑬で下降、⑬-⑭で上昇、竹黒井筋の⑨-⑩で上昇、⑩-⑪



で下降, 新川井筋の⑫-⑮で下降, ⑮-⑯で上昇とまちまちである。このような DO 値増減の跛行性は EC の増加, 減少と軌を一にしているところが見られ (例えば⑨-⑩, ⑨-⑫, ⑩-⑪, ⑮-⑯など), 流入水の影響ということが考えられる。

第3-21表(12/12)を見ると, 水温は流下に伴って低下する傾向にあり, ことに下流部で流量が減少している区間, あるいは長さが多い区間での水温低下が顕著である (例えば⑦-⑧, ⑮-⑯)。舟入井筋の⑨-⑫が区間長2.1kmと長いにもかかわらず, 0.4℃の水温低下で収まっているのは, ⑫地点までは比較的流量が多いからであろう。分水により流量が急減する⑫-⑬-⑭区間では, わずか0.3km, 0.4kmの間でそれぞれ0.4℃, 0.6℃と急低下している。pHについては上流部では②-⑤-⑥(上井筋)では流下に伴って低下しているが, ②-④-⑦-⑧(中井筋), ②-③-⑨(舟入井筋)では流下に伴って上昇している。中井筋と舟入井筋は昼間の光合成によるpHの上昇が大きかったためと考えられる(第3-8表参照)。下流部のpHは⑩-⑪, ⑫-⑬のように上昇している区間もあるが, 概ね流下に伴って低下する傾向にある(例えば⑨-⑫, ⑬-⑭, ⑮-⑯など)。DOは上流部では上井筋の②-⑤で減少, ⑤-⑥で増加, 中井筋の②-④で減少, ④-⑦で増大, ⑦-⑧で再び減少, 舟入井筋の②-③で減少, ③-⑨で増大と, いずれも跛行性を示す。下流部のDOも⑨-⑫-⑬-⑭(舟入井筋), ⑫-⑮-⑯(新川井

第3-20表 11月22日(木)夜の水質

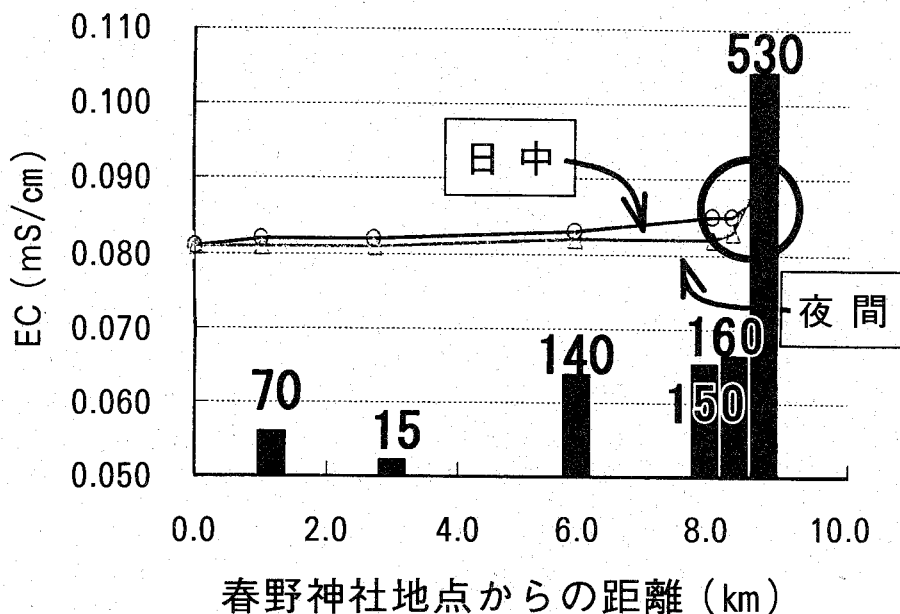
番号	観測地点	時刻	水温	pH	EC	濁度	DO
			℃		mS/cm	NTU	mg/l
①	春野神社	20:03	14.1	7.57	0.086	—	9.63
②	山田分木工直上流	19:58	14.0	7.46	0.087	—	9.81
③	山田 1097	19:48	13.9	7.64	0.087	—	9.29
④	山田 1538	19:53	14.0	7.40	0.087	—	9.72
⑤	高竜寺	20:16	13.9	7.55	0.087	—	9.14
⑥	黒土団地	20:21	13.9	7.49	0.087	—	9.63
⑦	見晴橋	20:27	13.8	7.98	0.087	—	9.29
⑧	陣山 172	20:34	13.2	8.07	0.086	—	9.43
⑨	南国市包末 563	20:38	12.9	8.06	0.087	—	9.07
⑩	下野田 629	20:43	11.6	7.95	0.095	—	9.23
⑪	下野田 652	20:47	11.1	7.99	0.094	—	8.88
⑫	農業高校前	21:07	12.6	7.91	0.088	—	9.19
⑬	後免町駅前2丁目	21:12	12.3	7.87	0.089	—	9.01
⑭	小籠	21:18	12.0	7.53	0.095	—	9.36
⑮	税務署前	21:32	12.5	7.95	0.089	—	8.87
⑯	南国 SC	21:26	10.6	7.00	0.093	—	10.80
	平均	—	12.9	7.71	0.089	—	9.40

(注) 天候: 晴れ 雲量4 高知日射量12.1MJ/m<sup>2</sup>/day.

第3-21表 12月12日(火)夜の水質

番号	観測地点	時刻	水温	pH	EC	濁度	DO
			℃		mS/cm	NTU	mg/l
①	春野神社	20:18	11.0	7.60	0.094	—	10.45
②	山田分木工直上流	20:22	10.9	7.62	0.094	—	10.21
③	山田 1097	6:43	10.8	8.07	0.095	—	9.84
④	山田 1538	20:33	10.8	8.10	0.095	—	9.85
⑤	高竜寺	20:37	10.8	7.57	0.094	—	10.04
⑥	黒土団地	20:42	10.8	7.55	0.094	—	10.26
⑦	見晴橋	20:47	10.8	8.16	0.094	—	9.95
⑧	陣山 172	20:55	10.0	8.20	0.094	—	9.87
⑨	南国市包末 563	21:00	9.6	8.11	0.095	—	9.90
⑩	下野田 629	21:06	7.9	8.14	0.101	—	10.01
⑪	下野田 652	21:10	7.2	8.18	0.103	—	9.83
⑫	農業高校前	21:15	9.2	7.79	0.096	—	9.99
⑬	後免町駅前2丁目	21:20	8.8	7.96	0.099	—	9.56
⑭	小籠	21:28	8.2	7.35	0.109	—	10.24
⑮	税務署前	21:42	9.3	7.89	0.097	—	9.24
⑯	南国 SC	21:34	7.3	7.83	0.109	—	7.62
	平均	—	9.6	7.88	0.098	—	9.80

(注) 天候: 晴れ 雲量2.5 高知日射量12.3MJ/m<sup>2</sup>/day.



第2図 7/19 (晴天日昼)と7/16 (夜)のEC値の変化と水路区間毎近傍家屋数

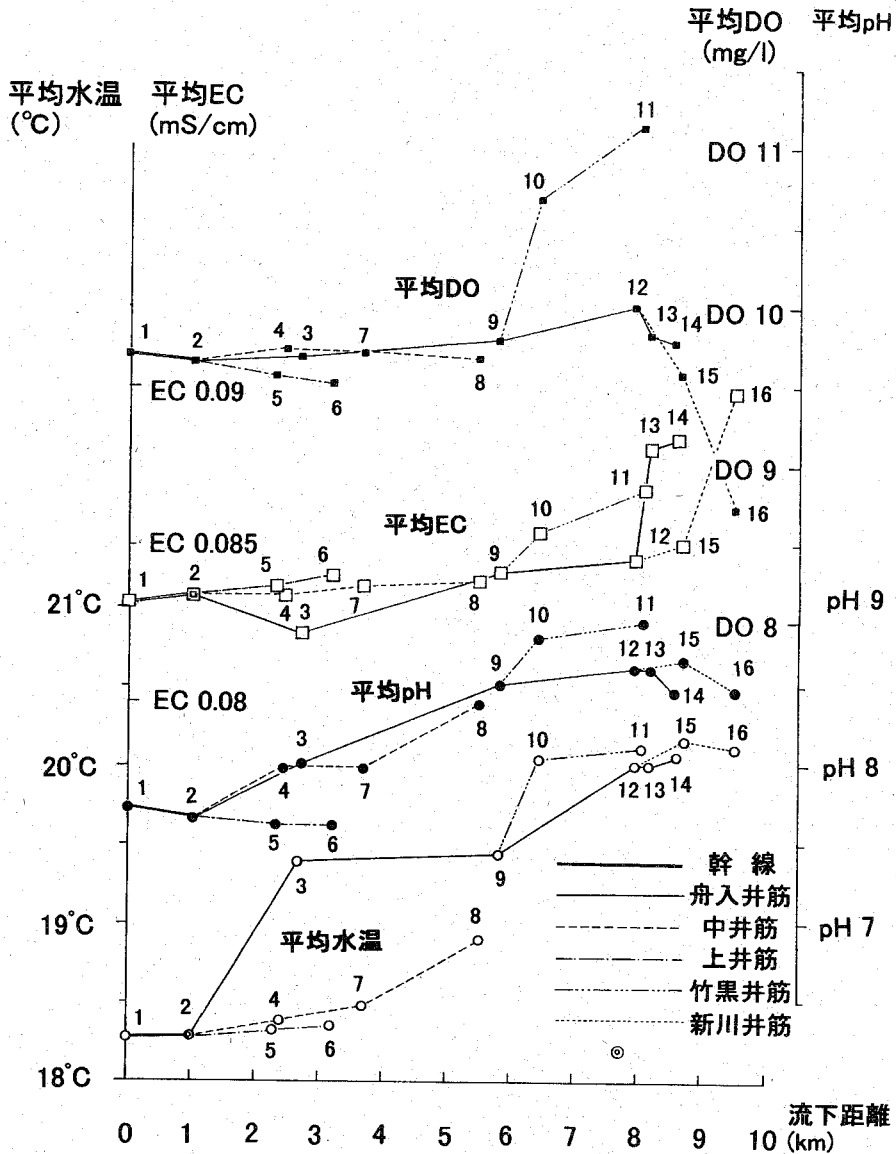
筋), ⑨-⑩-⑪(竹黒井筋)とも同様の跛行性を示す。ここでは第3-20表のときのようなECの変動とのリンクは見受けられないが, 流入水の影響による可能性はあると思われる。

第5表に水質の測定条件別月別平均値を示す。この表を見ると晴天日は曇天日より水温が平均0.3℃高く, pHが0.13高く, ECには差がなく, DOは0.15mg/l高く, 流量は0.69m<sup>3</sup>/s多い。月別に見ると水温は8月までは晴天日が曇天日より高く, 9月と11月は逆に曇天日のほうが高くなっている。pHは9月をのぞいては晴天日の方が曇天日より高いが, その差は10月以降少なくなっている。pHの高低が, 光合成作用の活発不活発と関係があるとしたら, 10月以降12月まで, 晴天日と曇天日の光合成作用はあまり変わらないということになる。DOについて月別に晴天日と曇天日を比較すると, 9月, 10月, 12月は晴天日より曇天日の値の方が高くなっている。また9, 10月は光合成の活発な5~8月, 水温の低下により飽和溶存酸素量が高くなる11, 12月と比較してDO値が低くなっている。流量は8月までは晴れの日が多く, 10月以降は曇りの方が多い。天候により用水取水量をきめ細かく変更しているとも考えられるが, よくわからない。月別平均値でみると, 5月のECと流量が大きいことが突出している。7-12月の昼の平均値と夜の平均値との比較では, ECはほとんど差がないが, 水温は2.2℃, pHは0.89, DOは1.2mg/l昼の方が高い。日射及び昼間の気温が高いことと日射量が多いこと, そして水中の藻などにより光合成が活発に行われることが影響していると思われる。

第3図に流下距離に伴う年平均水温, EC, pH, DOの地点毎の推移を示す。この図によると平均水温は下流に流下するに従って上昇する傾向が見られる。また水路別では舟入井筋, 中井筋, 上井筋の順に水温上昇が大きいことがわかる。区間別では区間②-③, ⑨-⑩, ⑨-⑫, ⑦-⑧の各区間において水温上昇が大きい。③-⑨はあまり水温が上昇していないが, 流速が速く, また周囲に太陽光をさえぎる民家などが多く立ちならんでいるため, 水温上昇が起りにくいということが考えられる。pHも流下に伴って上昇する傾向がある。しかし⑤-⑥, ⑬-⑭, ⑮-⑯などは水温

第5表 水質の平均値

昼夜 天気 の別	観測日	曜日	観測時刻	水温 ℃	pH	EC mS/cm	濁度 NTU	DO mg/l	春日神社 流量(m <sup>3</sup> /s)
昼 晴れ	5月25日	木	14:05-17:13	21.2	8.74	0.092	—	9.56	8.26
	6月20日	火	10:00-15:00	22.9	8.44	0.075	11.5	10.68	7.81
	7月19日	火	11:27-13:54	25.9	8.76	0.087	6.7	11.05	6.27
	8月22日	火	11:05-14:05	25.9	8.78	0.083	10.6	10.45	8.00
	9月17日	日	11:00-13:51	21.8	7.87	0.072	—	8.94	—
	10月26日	木	10:30-12:13	20.0	8.61	0.0093	—	9.46	5.62
	11月22日	水	11:19-13:30	14.0	8.59	0.087	—	10.25	6.37
	12月12日	火	10:37-12:16	10.6	8.56	0.094	—	10.85	6.56
	平 均				20.3	8.54	0.085	9.6	10.15
昼 曇り	6月18日	日	10:40-14:18	21.2	8.33	0.078	20.6	10.42	5.53
	6月25日	日	09:55-14:13	21.5	8.46	0.080	6.9	11.28	5.94
	7月17日	月	10:48-13:17	24.1	8.67	0.083	5.8	10.52	7.36
	8月30日	月	14:25-17:35	25.3	8.15	0.098	—	8.12	4.50
	9月23日	日	11:50-14:03	21.9	8.09	0.074	—	9.06	—
	10月17日	日	11:05-13:46	19.6	8.56	0.088	—	9.57	7.00
	11月16日	木	10:59-12:28	16.0	8.56	0.083	—	9.87	7.15
	12月14日	木	10:54-12:27	10.4	8.50	0.096	—	11.15	6.57
平 均				20.0	8.41	0.085	11.1	10.00	6.29
夜 曇り 曇り 曇り 曇り 晴れ 晴れ	7月16日	日	22:35-00:45	22.6	7.60	0.083	7.8	8.50	—
	8月22日	火	23:15-01:20	23.0	7.70	0.080	11.8	8.94	—
	9月17日	日	22:40-00:40	19.1	7.03	0.068	—	8.56	—
	10月26日	木	19:10-00:10	17.9	7.90	0.094	—	8.37	—
	11月22日	水	19:48-21:32	12.9	7.71	0.089	—	9.40	—
	12月12日	火	20:18-06:43	9.6	7.88	0.098	—	9.80	—
	平 均				17.5	7.64	0.085	9.8	8.93
5月の平均				21.2	8.74	0.092	—	9.56	8.26
6月の平均				21.8	8.41	0.078	13.0	10.79	6.43
7月の平均				24.2	8.34	0.084	6.8	10.02	6.82
8月の平均				24.7	8.21	0.087	11.2	9.2	6.25
9月の平均				20.9	7.66	0.071	—	8.9	—
10月の平均				19.2	8.36	0.092	—	9.1	6.31
11月の平均				14.3	8.29	0.087	—	9.8	6.76
12月の平均				10.2	8.31	0.096	—	10.6	6.57
総 平 均				19.56	8.29	0.086	—	9.7	6.77

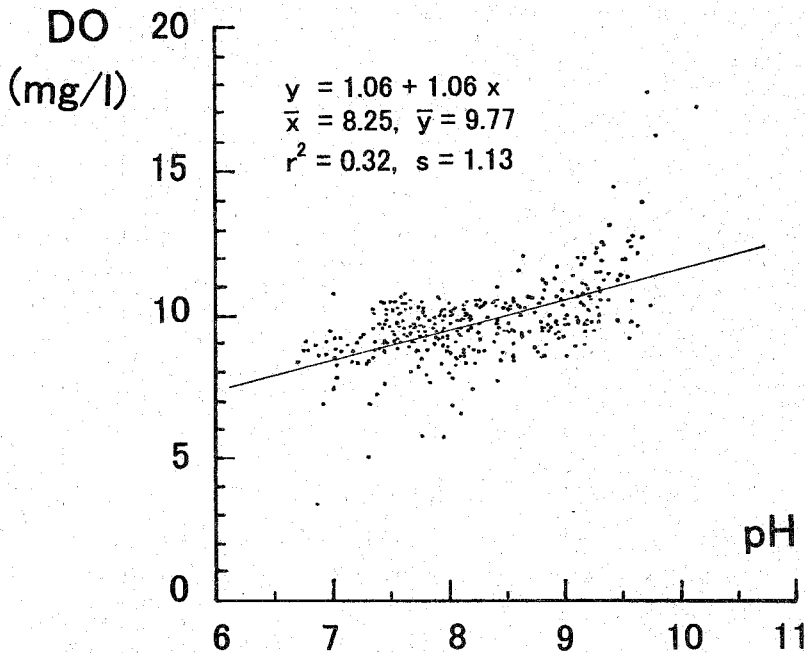


第3図 流下距離による平均水温・平均EC・平均pH・平均DOの変化

上昇が少ない、日射受熱量が少ないことが光合成を少なくし、pHの上昇を抑えたのかもわからないが、pHが低下する傾向が見られる。⑩-⑪(竹黒井筋)のpH値が大きいのは、水流が遅く、水深が浅く、藻の発生が多いことが影響していると考えられる。ECも流下に従って上昇傾向にある。ことに区間⑫-⑬(舟入井筋)、⑮-⑯(新川井筋)は住宅地を通過して、汚水の流入が多いため上昇傾向が顕著である。DO値は舟入井筋上流部ではゆるやかな上昇を見せており、下流部では⑨-⑩-⑪では急増しているが、⑫-⑬-⑭、⑫-⑮-⑯では急減している。急増している竹黒井筋は水深が浅く、光合成が活発なため、酸素が水中に多く排出されるためと思われる。DO値が急減している地点は水深が深く、またEC値の増加をみてもわかるとおり、汚水などの流入が

あって酸素が消費されていると考えられる。

各水質項目間の単回帰分析によって、水質項目間の相関関係について検討した。月、地点をこみにしての単相関をとると、あまり高い相関の得られたものはなかったが、その中では pH (x) と DO (y) との相関が比較的好く、決定係数  $r^2 = 0.32$  を示した。第4図にその散布図を示す。pHの高いところと低いところで、対応する DO 値が大きくばらついているのが読みとれる。



第4図 pH (x) と DO (y) との関係 (晴れ, 曇り, 夜, n = 368)

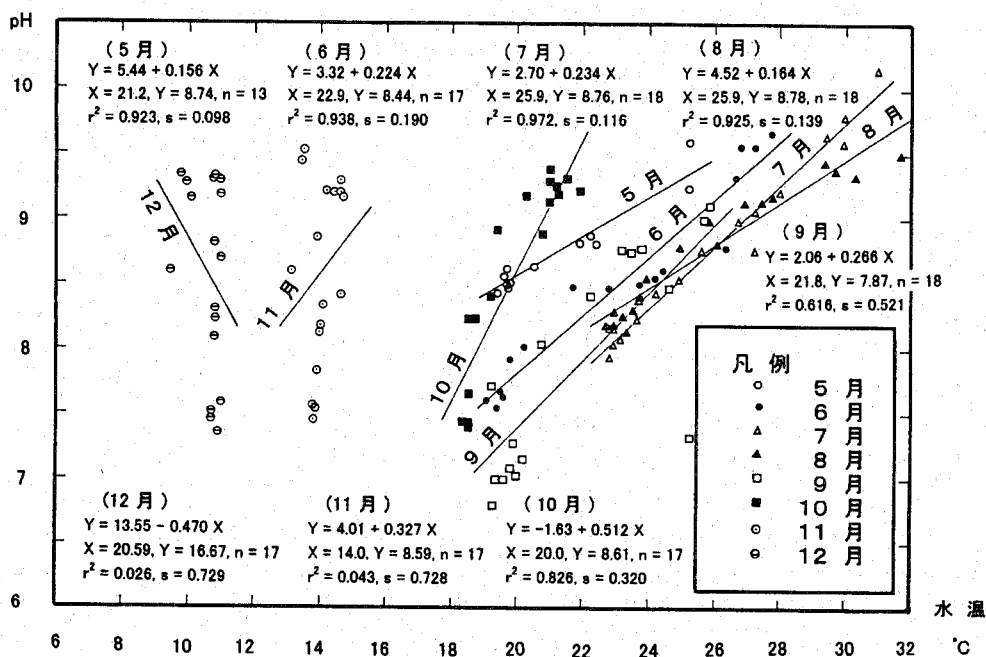
次に月別の単相関をとると、晴天日の昼の水温 (X) と pH (Y) との相関が5~10月について、また曇天日の昼のそれが6~11月について高かった。夜のそれは7月が高かったが、8~12月は低かった。散布図と回帰直線を第5, 6, 7図に示す。第5図(晴天日の昼)を見ると、5~11月の水温和 pH との関係は右上がりであるが、12月は右下がりである。12月に右下がりになるのは、流下にもなつて水温が低下し、

光合成が減少することと関係があるかもしれない。第6図(曇天日の昼)を第5図と比べてみると、総じて第6図は第5図より回帰直線の勾配は急であり、8~10月の回帰の決定係数は晴天日の昼よりも低い。しかし11, 12月は曇天日の回帰の決定係数の方が大きい。第7図(夜)の7月が右下がりとなっているのも、夜は光合成が行われないため二酸化炭素が消費されず、むしろ藻などの呼吸作用によって二酸化炭素が増加し、その一部が炭酸イオンとなって pH を低下させることと関係があると思われる。

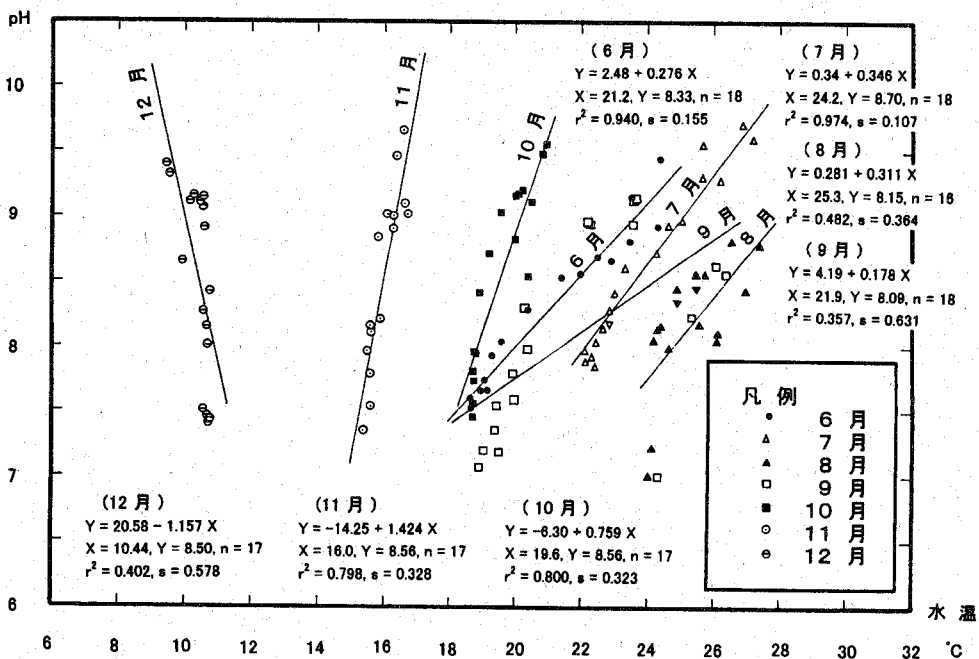
## 2. イオンクロマトグラフによる水質分析結果

次にイオンクロマトグラフによる水質分析の結果を第6表に示す。調査水路に大量に存在するイオンは  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$  イオンである。最下欄の月別平均を見ると、月によってかなりイオン値の変動がある。 $\text{Na}^+$ ,  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{F}^-$  は7月 > 8月 > 9月と月を追って減少しており、 $\text{Cl}^-$ ,  $\text{NO}_3^-$  イオンは月を追って増加している。 $\text{SO}_4^{2-}$  イオンは増減がはっきりしない。水質サンプルを採取した2.7kmの区間において、水路へのイオン物質の大量流入はないものと考え、降雨あるいは流量との関係が考えられる。

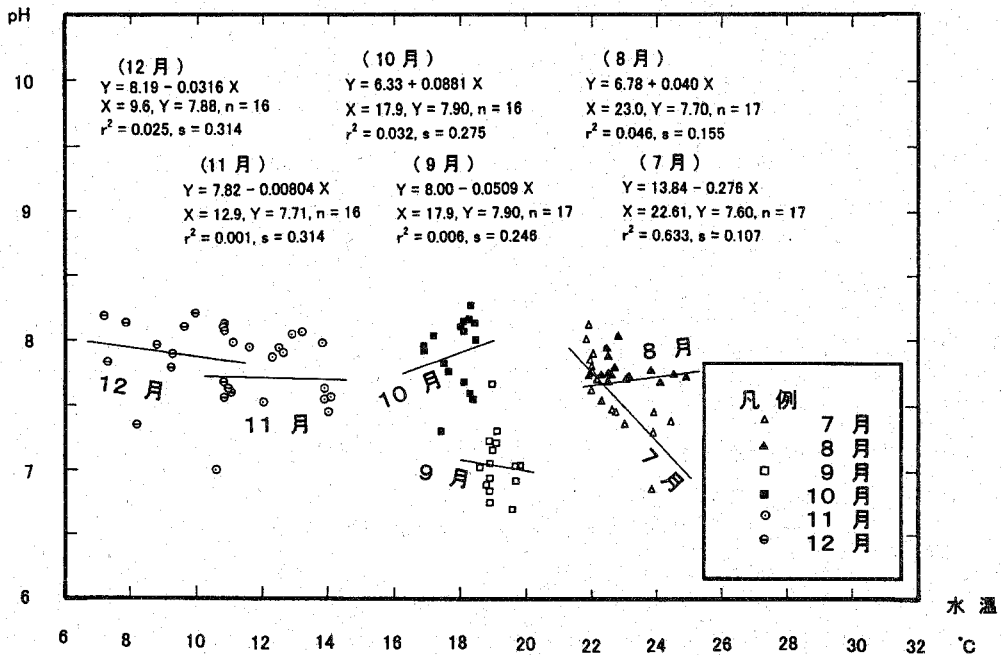
第7表にはアメダス(気象庁)の後免の降雨と調査日との関係を示す。7月の調査日である16日, 17日, 19日の直前一週間は降雨はなかった。これに対して8月22日, 9月17日, 20日, 23日の各調



第5図 pHと水温との月別回帰関係 (晴天日の昼)



第6図 pHと水温との月別回帰関係 (曇天日の昼)



第7図 pHと水温との月別回帰関係(夜)

査日については1週間以内にそれぞれ53mm, 297mm, 115mm, 81mmの雨が降っている。月を追って減少している $\text{Na}^+$ ,  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{F}^-$ イオンは降雨によって希釈される効果の大きいイオン, 反対に増加している $\text{Cl}^-$ ,  $\text{NO}_3^-$ イオンは, ふだんは水底や土砂中に沈殿あるいは附着して, 降雨によって洗い流されて流出してくるイオンなのかもしれない。ただ, 調査対象は農業用水路であり, 河川ではないから, 環境から直接水路に流入するイオンは多くはなく, 希釈されるイオンが多いということは妥当な結果と考えられる。 $\text{SO}_4^{2-}$ イオンは8月22日に大きな値を示しているが, 8月22日の春野神社地点流量は $8.00\text{m}^3/\text{s}$ (第5表)と多い。 $\text{SO}_4^{2-}$ イオンは洗剤の $\text{Na}_2\text{SO}_4$ (硫酸ナトリウム)を含む家庭排水が起源と考えると, ふだんから水路に沈殿蓄積されていた $\text{SO}_4^{2-}$ イオンが流量の増加に従って巻き上げられて濃度を増したとも考えられる。

### 3. 特定区間の水質

9月20日(快晴)の特定区間の水質サンプルを(財)高知県環境検査センターに委託して分析した結果を第8表に示す。春野神社(上流)と山田1097(下流)とでは, 距離は2.7kmしか離れていないが, 水温は $0.5^\circ\text{C}$ , ECは $0.02\text{mS}/\text{cm}$ , DOは $0.09\text{mg}/\text{l}$ それぞれ上昇した。またBODは $0.6\text{mg}/\text{l}$ から $0.5\text{mg}/\text{l}$ へと減少し, 全窒素は $0.73\text{mg}/\text{l}$ から $0.85\text{mg}/\text{l}$ へと増加した。アンモニア態窒素, 硝酸態窒素ともに変化がないことから, 有機態窒素が増加したことによって全窒素が増加したと考えられる。このことはBODが前述のように流下に伴って減少していることと矛盾するようであるが, よく分からない。M-アルカリ度は $\text{CO}_3^{2-}$ (炭酸イオン),  $\text{HCO}_3^-$ (炭酸水素イオン), 及び強アルカリを表す。M-アルカリ度は $33.8\text{mg}/\text{l}$ から $0\text{mg}/\text{l}$ に流下に従って減少し, 遊離炭酸も $6.84\text{mg}/\text{l}$ から $0\text{mg}/\text{l}$ へと流下に従って減少している。強アルカリの混入がないものとする,  $\text{CO}_3^{2-}$ , 遊離炭酸,  $\text{HCO}_3^-$ が流下に従って減少し, これがpH上昇の原因となったと考えられる。

第6表 イオンクロマトグラフによる水質分析結果

(単位: ppm)

測定条件	測定日	追加距離	陽イオン					陰イオン					
			Na <sup>+</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Mg <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	F <sup>-</sup>	Cl <sup>-</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Br <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	
晴天日の昼	7月19日	0.0km	2.654	0.081	0.553	0.674	16.241	0.032	1.716	—	0.172	6.832	
		1.0	2.630	0.044	0.517	0.671	16.177	0.029	1.654	—	0.175	6.732	
		2.7	2.851	0.310	0.746	0.678	16.318	0.042	1.892	—	0.167	6.808	
	8月22日	0.0	1.350	0.080	0.270	0.120	4.460	0.050	2.380	0.460	—	10.790	
		1.0	1.310	0.060	0.230	0.120	4.680	0.010	2.210	0.400	—	10.350	
		2.7	1.360	0.130	0.250	0.120	4.940	0.010	2.350	0.390	—	10.890	
	9月17日	0.0	1.010	0.050	0.210	0.070	2.250	0.010	2.070	1.010	—	6.400	
		1.0	1.050	0.050	0.220	0.070	2.240	0.010	2.260	1.110	—	6.570	
		2.7	0.970	0.050	0.200	0.040	2.140	0.010	2.200	1.600	—	6.940	
	9月20日	0.0	0.960	0.030	0.170	0.040	2.140	0.010	2.100	0.990	—	6.720	
		1.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
		2.7	1.040	0.040	0.240	0.040	2.160	0.010	2.140	1.030	—	6.780	
	平均	—	1.562	0.084	0.328	0.240	6.704	0.020	2.088	0.874	0.171	7.801	
	曇天日の昼	7月17日	0.0	2.667	0.070	0.550	0.673	16.235	0.040	1.641	—	0.154	6.728
			1.0	2.819	0.114	0.725	0.678	16.357	0.137	1.738	—	0.135	6.712
2.7			2.781	0.092	0.682	0.680	16.388	0.110	1.746	—	0.149	6.808	
9月23日		0.0	1.060	0.030	0.200	0.040	2.480	0.010	2.250	0.970	—	7.560	
		1.0	1.090	0.020	0.230	0.050	2.560	0.010	2.320	1.120	—	7.840	
		2.7	1.100	0.030	0.330	0.050	2.570	0.010	2.340	1.260	—	8.070	
7月16日		0.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
		1.0	2.840	0.080	0.640	1.370	16.370	0.052	1.849	—	0.193	6.682	
		2.7	2.590	0.032	0.524	0.663	15.998	0.025	1.626	—	0.185	6.610	
平均		—	2.118	0.059	0.485	0.526	11.120	0.049	1.939	1.117	0.163	7.126	
晴天日の夜	8月22日	0.0	1.300	0.080	0.230	0.110	4.030	0.010	2.290	0.450	—	10.550	
		1.0	1.350	0.070	0.270	0.120	4.540	0.010	2.250	0.480	—	10.500	
		2.7	1.310	0.090	0.230	0.110	4.290	0.010	2.260	0.500	—	10.310	
	9月17日	0.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
		1.0	0.950	0.050	0.200	0.030	1.790	0.010	2.200	1.030	—	6.200	
		2.7	0.970	0.040	0.200	0.040	2.010	0.010	2.280	1.500	—	6.630	
	平均	—	1.176	0.066	0.226	0.082	3.332	0.010	2.256	0.792	—	8.838	
月別	7月		2.729	0.103	0.617	0.761	16.261	0.058	1.733	—	0.166	6.739	
	8月		1.330	0.085	0.247	0.117	4.490	0.017	2.290	0.447	—	10.565	
	9月		1.020	0.039	0.220	0.047	2.234	0.010	2.216	1.162	—	6.971	

(注) 少数末尾の0は、桁合わせのために付けたもので、有効数字ではない。



第7表 月別アメダス降水量

(単位: mm)

日	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
1	0.0	0.0	0.0	14.5	86.0	1.0	83.0	7.0
2	0.0	0.0	0.0	65.0	0.0	7.0	84.0	0.0
3	0.0	19.0	0.0	23.5	0.0	7.0	0.0	9.5
4	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
7	10.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
8	1.0	45.0	0.0	0.0	21.0	3.0	0.0	0.0
9	0.0	12.0	0.0	0.0	17.0	4.0	0.0	0.0
10	0.0	14.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.0	2.0
11	0.0	12.0	0.0	0.0	84.0	0.0	0.0	0.0
12	1.0	0.0	0.0	0.0	81.0	0.0	0.0	0.0
13	0.0	2.0	0.0	0.0	17.0	0.0	0.0	0.0
14	0.0	0.0	0.0	0.0	30.0	0.0	4.0	0.0
15	1.0	0.0	0.0	0.0	59.0	0.0	1.0	0.0
16	2.0	0.0	0.0	0.0	26.0	0.0	1.0	0.0
17	3.0	77.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	19.0
18	0.0	5.0	0.0	3.0	0.0	1.0	0.0	17.0
19	40.0	0.0	0.0	18.0	0.0	0.0	0.0	0.5
20	1.0	0.0	0.0	3.5	0.0	4.0	21.0	4.0
21	0.0	3.0	0.0	28.5	0.0	0.0	1.0	0.0
22	0.0	0.0	0.0	0.0	40.0	0.0	0.0	0.0
23	0.0	0.0	1.0	0.0	41.0	17.0	0.0	0.0
24	0.0	3.0	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
25	0.0	4.0	3.0	0.0	0.0	7.0	0.0	0.0
26	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
27	56.0	27.0	36.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
28	0.0	93.0	25.0	0.0	0.0	9.0	0.0	0.0
29	0.0	0.0	11.0	0.0	2.0	0.0	0.0	0.0
30	0.0	0.0	23.0	6.0	48.0	0.0	0.0	0.0
31	27.0		59.0	18.5		0.0		1.0

(注) 高知地方気象台による、アンダーラインは調査日

## おわりに

この研究は引用文献1), 2), 3)に続く高知平野および香長平野の農業用水の水質研究のまとめとして企画した。調査・分析・作図・作表・考察の大部分は河田が担当し、調査企画、現地調査の一部及び文章のまとめは紙井が行い、イオンクロマトグラフによる分析は佐藤が指導し、実施した。なお、高知大学農学部の藤原 拓助手、伴道一助教授には水質分析および調査全般についてご教示とご協力をいただいた。また学生であった熊丸幸司氏、足立真吾氏、大嶽和憲氏、中道義久氏、時尾雅之氏には調査と分析の折に助けていただいた。(財)高知県環境検査センターには特定区間のBODなど10項目の水質分析を委託した。ここに記して感謝の意を表します。

## 要 約

土佐山田町から南国市にいたる農業用水路の水質を調査して、次のことがわかった。

- ①全体的に下流に流下するに従って水温は上昇し、pH, DO, ECは増大する。この傾向は特に春夏季に顕著であり、秋冬季にはあまり顕著でない。
- ②曇天日の6, 7月は、晴天日と同様に下流に流下するに従って水温は上昇し、pH, DO, ECは増大する。しかし、8月以降徐々にこの傾向はうすれ、水温, pH, DOの変化は地点間でまちまちとなる。12月には水温は流下に従って低下する。
- ③晴天日の夜は、9月までは水温は流下に従って上昇するが、10月以降は低下する。pH, DOは流下に従って低下する地点もあるが、例外地点も多く、まちまちである。
- ④流下に伴う以上の変化の要因として、水温については気温と日射量の影響が、またpH, DOについては光合成との関係が、ECについては住宅排水との関係が考えられる。

第8表 特定区間の水質検査結果

計量の対象	単位	春野神社の 計量結果 (上流)	山田 1097 計量結果 (下流)	計量の方法
時 刻		13:42	14:07	
水 温	℃	19.4	19.9	水質チェッカーU-10
p H		6.9	7.49	水質チェッカーU-10
E C	mS/cm	0.68	0.7	水質チェッカーU-10
D O	mg/l	9.07	9.16	水質チェッカーU-10
生物化学的酸素要求量(BOD)	mg/l	0.6	0.5	JIS K 0102 21 32.3
全 窒 素	mg/l	0.73	0.85	JIS K 0102 45.2
全 リ ン	mg/l	0.05	0.05	JIS K 0102 46.3
リン酸イオン	mg/l	0.122	0.122	JIS K 0102 46.1
アンモニア性窒素	mg/l	0.339	0.339	上水法
M-アルカリ度	mg/l	33.8	33.8	上水法
P-アルカリ度	mg/l	0	0	上水法
硝酸態窒素および亜硝酸態窒素	mg/l	0.011	0.011	上水法
有機物等(過マンガン酸カリウム消費量)	mg/l	1.7	1.7	上水法
遊 離 炭 酸	mg/l	6.84	0	上水法

(注) BODから遊離炭酸までは(財)高知市県環境検査センターの検査による。

(注) 2000/9/20 晴れ 曇量0。

⑤流下に従ってEC値が増大しているのは、家庭雑排水の流入によると推定される。

⑥全地点、全季節をとおしての水質項目間の単相関をとると、DOとpHの相関が決定係数 $r^2=0.32$ と比較的高かった。

⑦月別の単相関をとると、5～10月の水温とpHの相関が晴天日、曇天日ともに昼は高かったが、夜は7月を除いては低かった。

⑧イオンクロマトグラフによる、春野神社から山田1097に至る2.7km区間のイオン水質分析の結果では、 $\text{Na}^+$ 、 $\text{NH}_4^+$ 、 $\text{K}^+$ 、 $\text{Mg}^+$ 、 $\text{Ca}^{2+}$ 、 $\text{F}^-$ は7月>8月>9月と減少しており、 $\text{Cl}^-$ 、 $\text{NO}_3^-$ イオンは反対に増加している。これらの変化および $\text{SO}_4^{2-}$ イオンの変化は、流量、降雨との関係が強いと推定された。

⑨9月20日(快晴)の特定区間(春野神社(上流)と山田1097(下流)との間)の水質サンプルを(財)高知市県環境検査センターに委託して分析した結果、M-アルカリ度、遊離炭酸ともに流下につれて減少しており、光合成により $\text{CO}_3^{2-}$ (炭酸イオン)、 $\text{HCO}_3^-$ (炭酸水素イオン)が減少したことが、流下に伴うpH値増加の原因であることがほぼ立証された。

キーワード：水質、電気伝導度、溶存酸素、pH、農業用水

## 文 献

- 1) 紙井泰典・松島貴則・西井一成：高知平野の農業用水の水質について，高知大学学術研究報告第43巻 農学，13-31（1994）.
- 2) 小坂隆司・紙井泰典：高知平野の農業用水及び河川の水質について，高知大学学術研究報告第46巻 農学，67-90（1997）.
- 3) 秋山 博・紙井泰典：香長平野の農業用水の水質について，高知大学学術研究報告 第47巻 農学，9-26（1998）.
- 4) 高知県：高知県営物部川土地改良事業概要書（1984）.
- 5) 土木学会：水理公式集，土木学会，p.164（1971）.
- 6) 増島 博：農業土木技術者のための水質入門（その2），農業土木学会誌52(9)，51-56（1984）.
- 7) 田淵俊雄・安楽 敏・中曾根英雄・柚山義人：地域環境工学シリーズ4 清らかな水のためのサイエンス-水質環境工学-，農業土木学会（1998）.
- 8) 厚生省生活衛生局水道環境部：上水試験方法，上水試験方法解説編 1993年版，日本水道協会（1993）.

(資料)

### 水質項目とその変動特性

河川、農業用水路における pH, DO, EC, 濁度等水質項目とその変動特性について、従来の研究により明らかにされている事項について述べる。

#### 1. 水質項目

##### pH

- ・空気中においた水は、空気中の二酸化炭素が水に溶けて炭酸を作るため、pH 5.6程度の弱酸性を示す。
- ・河川の水は、アルカリ性物質を含んでいるため pH 7 に近い。
- ・夏期の日中など水中の植物の光合成が盛んになるときは、pH が 9 を越えることもある。

##### DO (溶存酸素)

- ・河川では通常 6~8ppm である。
- ・溶存酸素は、間接的指標項目として意味を持っており、灌漑水中の DO の量は作物の生育にはほとんど関係しない。
- ・酸素が水に溶けることのできる限界値—溶存酸素飽和量は、温度によって最大値が決まっている。

##### EC (電気伝導度)

- ・計測される導電性成分は主として塩類である。
- ・家庭雑排水中の塩類の作物への影響として、洗剤中に多量に配合されている  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  から電離した  $\text{SO}_4^{2-}$  が土壌に集積し、これが還元条件で硫化物となり、還元害を助長することがあげられる。
- ・灌漑水や土壌溶液中の塩類濃度が高くなれば、作物は吸水阻害による塩害を受ける(この項引用文献 6) より引用)。

##### 濁度

- ・自然及び人為的な原因による水の濁りを表す。
- ・濁りの原因として、地表に存在する粘土性物質、有機物質、プランクトン、微生物、種々の排水成分などがあげられる。
- ・濁度の単位の NTU は Nephelometric Turbidity Unit の意味。

##### アルカリ度

- ・水中に含まれ炭酸水素塩、炭酸塩または水酸化物などのアルカリ分を、これに対応する炭酸カルシウム ( $\text{CaCO}_3$ ) の mg/l で表したもの。
- ・アルカリ度は中和点の pH 値によりフェノールフタレインアルカリ度 (P アルカリ度) と総アルカリ度 (T アルカリ度または M アルカリ度) に区別され、さらに構成成分によって炭酸水素アルカリ度 (重炭酸アルカリ度)、炭酸アルカリ度および水酸基アルカリ度に分けられる。
- ・P アルカリ度 (pH 8.3) として表される主なものは、 $\text{CO}_3^{2-}$  の 1/2 当量と強アルカリとしての  $\text{OH}^-$  である。
- ・M アルカリ度 (pH 4.8) は主として  $\text{CO}_3^{2-}$ 、強アルカリおよび  $\text{HCO}_3^-$  の量を表す。

### pH値とアルカリ度

・アルカリ分の大半は水酸基(OH<sup>-</sup>)を含む水酸化物である。これに二酸化炭素が作用すると炭素塩や炭酸水素塩になる。水酸化物や炭酸塩は水中ではすぐ水酸イオンを出すからアルカリ性を示し、その量に応じてpH値が高くなる。しかし、炭酸水素塩は冷水中では水酸イオンをほとんど出さないから、炭酸水素塩の量が多くてもpH値が高くない。

・自然水でもHCO<sub>3</sub><sup>-</sup>の形態のものを多量に含むものがあり、この場合はpH値はほぼ中性を示すが、アルカリ度として滴定される。したがって、Mアルカリ度値が大きいことが直ちに水中のpH値の高いことを示しているわけではない。

### 遊離炭酸

・水中に溶解している二酸化炭素(CO<sub>2</sub>)のことである。溶存する二酸化炭素が常に全部炭酸になっているわけではなく、炭酸には二酸化炭素の一部がなっているだけで、残りの二酸化炭素はただ水中に溶けた格好で存在する。この溶存する二酸化炭素を遊離炭酸という(この項引用文献8)より引用)。

## 2. 水質変動を引き起こす要因

農業用水の水質変動要因のうち水温・光・降雨・人為的要因について述べる。

### 水温

水は他の物質と異なり、固体の密度よりも液体の密度の方が大きい。しかも、0℃の水よりも4℃の水のほうが密度が大きい。このため冬季、水の表面の水温が4℃以下になるような条件を備えた湖沼では水質変動が生じやすい。また水深の深いダムなどでは、夏季に水深方向の水温が急激に変化する躍層が出現する。

水温の変化によって、水の中の溶存酸素(DO)や二酸化炭素(CO<sub>2</sub>)は溶解量に変化し、水温が高くなるとDO濃度の飽和値(飽和溶存酸素濃度:Cs)は減少する。このため水質汚濁が少ない河川でのDO濃度は、水温が高くなる夏季に減少し、水温が低くなる冬季に上昇する。これは必ずしも冬季に水質が良好になり、夏季に悪化するということを表すものではない。

また、水温は微生物の活動に大きく関与する。特に、有機物の分解や合成は温度依存性が強く、水質変動の大きな要因となる。たとえば、窒素の消長に関与する硝化・脱窒反応は、37℃前後で最も活発になり、低温になると低下する。したがって、水温に起因する水質変動は季節変動となるのが一般的である。

### 光

光はエネルギー源として直接水温を左右するとともに、水生植物や藻類を介して水質に影響を与える。水深が浅く藻類が繁茂している河川では、太陽エネルギーによって光合成が行われ、CO<sub>2</sub>が消費されO<sub>2</sub>が放出される。水質汚濁が軽微でDOを消費する物質が少なければ、DOは日中過飽和になる。しかし、汚濁が進んだ水路では、DOは消費され、過飽和にはならない。夜になると、有機物の分解によるDOの消費のほか、藻類の呼吸によるDO消費が加わり、DO濃度は低下する。光が直接関与する水質変動パターンは日変動となることが多い。

### 降雨

水質成分は水に溶出し移送されるので、雨の降り方、特に降雨強度の違いによっても変化する。

水の中の溶解性成分は晴天時に土層に蓄積され、降雨後浸透水に溶解されて流出するか、地下水まで達し、その後流出する。降雨強度の強い雨で表面流が卓越すると溶解性成分は希釈され、濃度としては低下する。反対に、浮遊物質(SS)などの固形物は地表面に蓄積するので、降雨強度の強い雨のとき一気に流出する。このように雨の降り方、ひいては水質成分の溶媒としての水の流出経路の相違によって降雨時の水質変動パターンが決定される。

### 人為的要因

生活雑排水によって汚濁されている河川の水質変動は、人間の活動パターンを反映する。また、施肥や灌漑用水の操作といった農作業も変動要因となる。従って集水域の規模や戸数、耕地面積などの影響を受ける。

### 3. 河川・水路における水質変動特性

実際の河川や農業用水路では、水質変動を引き起こす要因は複雑に絡み合っている。一般に大きな河川では水質の時刻変動は小さく、小河川になるほど時刻変動は大きくなる。人為的な要因が加わらない河川、農業用水路では、水温は気温とともに夏季に高く冬季に低い季節変動を示し、またDOは水温とともに水温とは反対の季節変動をする。水温、DOは光によって時刻変動もしている。水温・DOが季節変動も時刻変動もしない水域は、かなり人為的汚濁の進行した水域であるといえる。

水質成分は水に伴って移送されるので、河川の水量によっても影響を受ける。農業集水域を流下する河川は、融雪による増水や灌漑用水の取水などにより流動変動を生じ、これに伴って硝酸態窒素( $\text{NO}_3\text{-N}$ )濃度も変動する。灌漑期間のT-N濃度(その大部分は硝酸態窒素( $\text{NO}_3\text{-N}$ )である)の低下は、灌漑用水による希釈と谷津田での脱窒作用によるものである。

降雨時の水質変動は、複数の要因により変動するので統一した変動特性として表すのは困難であるが、水質成分は水により移送されるので、水がどのような経路を経て流出するかによって、水質変動パターンが決まると考えてよい。例えばSSのような固形成分や、T-Pのように土粒子に吸着または付着して流出するものが多い成分は、普段は地表や河床に堆積していて、表面流が発生すると流出する。それに反し、溶解性成分である $\text{NO}_3\text{-N}$ などは、土壌や地下水に蓄積されていて、中間流出や地下水流出に伴って流出する。

したがって降雨強度が大きく、表面流が速やかに生じるようなときには、SSやT-Pなどは一挙に流出し、また、表面流は溶解性成分をあまり伴わないので、雷雨のような強い雨では、 $\text{NO}_3\text{-N}$ は希釈されるので濃度としては低下する。反対に降雨強度が弱く全体が地下浸透するような降り方のときには、溶解性の水質成分が流出する。

SSやT-Pは、同じ流量のとき、増水時における濃度と減水時における濃度が異なる。縦軸に濃度または負荷量を、横軸に流量をとり、時間経過ごとに観測値を線で結ぶとループを描くことがある。この現象をヒステリシスと呼んでいる。大きなヒステリシスを描かない溶解性の水質成分としては $\text{NO}_3\text{-N}$ 、ECなどがあげられる。

人為的な要因が加わると、光とは別の意味で水質の時刻変動が観測されることが多い。水温、DO以外の水質項目、例えばBOD、COD、T-N、T-Pなど、生活雑排水の流入に起因する物質は、人間の生活パターンを反映した時刻変動をする。朝食や洗面が始まるとともに水量と負荷量が増加し始め、午前10時前後の洗濯、風呂の掃除や水抜きのとときにピークに達する。夕方になると夕飯と風呂により再度ピークが生じる。これが一般的な生活排水の変動パターンである。ピークは2つあり、住宅団地では午前中のピークが大きいのが一般的である。最近では農業集落、住宅団地とも

にピークが同程度になる傾向にある。生活様式、生活パターンの類似化の現れであろうか。

この時刻変動は、生活雑排水の流入が大きい場合や、集水域の規模が小さい場合に変動率が大きくなる。そして下流に行くに従い、浄化作用や拡散作用により変動率は小さくなる。人為的な要因の中でも、施肥などの影響は、施肥時期が年によって異なるので不規則となる(この項引用文献6), 7), 8)より引用)。

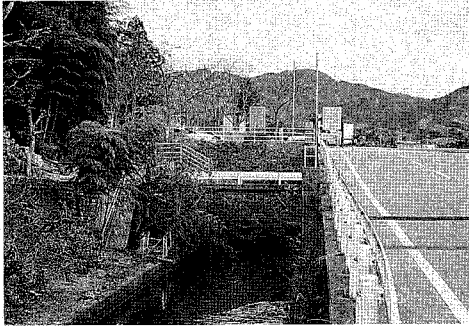


写真1 春野神社地点



写真2 山田分土工直上流地点

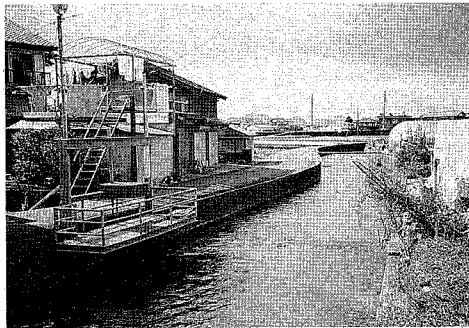


写真3 山田1097地点

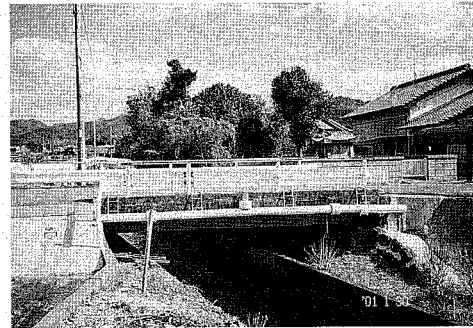


写真4 山田1538地点

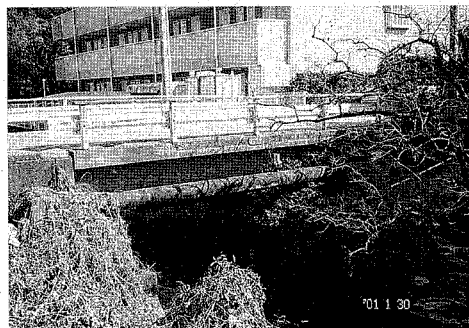


写真5 高竜寺地点

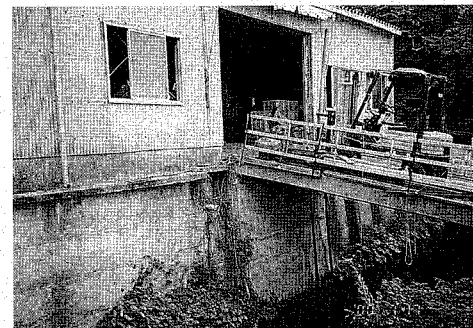


写真6 黒土団地地点

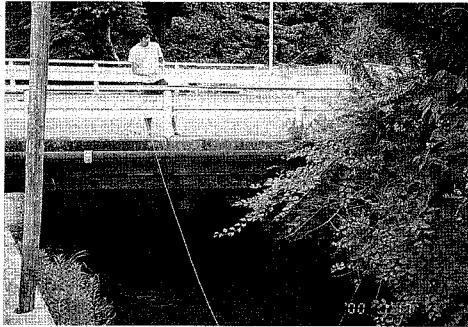


写真7 見晴橋地点



写真8 陣山172地点

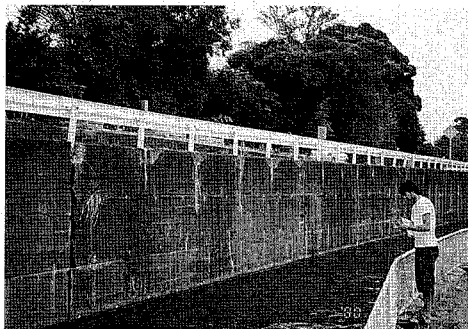


写真9 南国市包末563地点

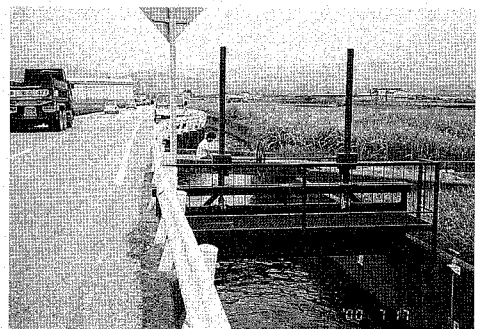


写真10 下野田629地点

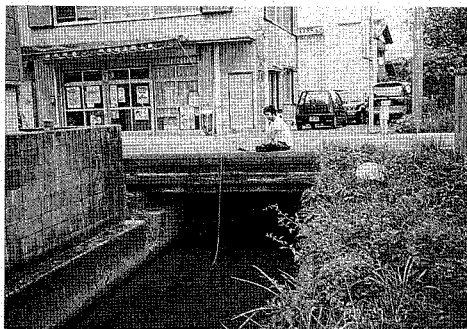


写真11 下野田652地点

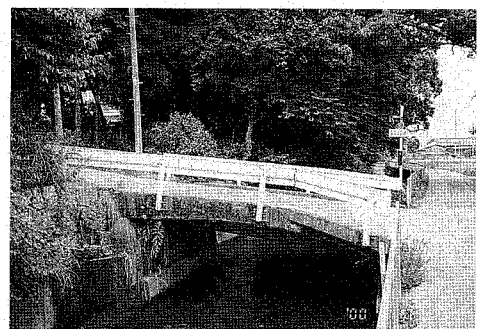


写真12 農業高校前地点

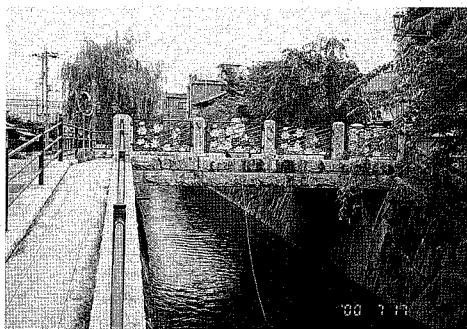


写真13 後免町駅前2丁目地点

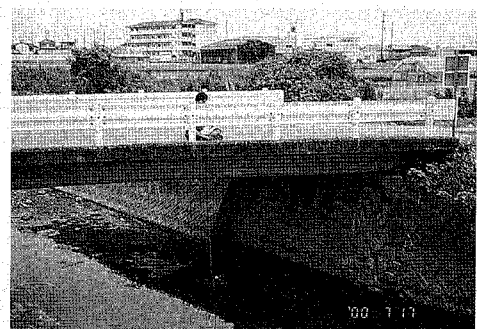


写真14 小籠地点



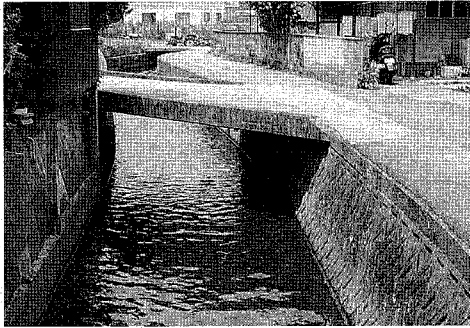


写真15 税務署地点

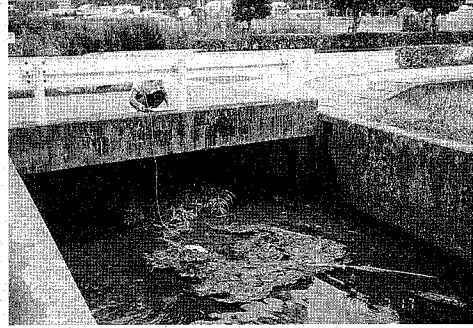


写真16 南国ショッピングセンター地点



写真17 物部川地点

平成13年（2001）10月5日受理  
平成13年（2001）12月25日発行

