

〔環境科学部〕

沖縄本島北部河川における付着藻類群集の現状に関する研究

環境科学部

宮良 工 小澤 宏之

1. 目的

最近、防災や土地利用によって変質した河川海岸等の自然再生を図る「自然再生促進法」が制定・施行され、法的根拠に基づく自然再生の動きが活発化し始めている。このような情勢を受け、沖縄でも河川海岸環境の悪化によって沖縄では絶滅したとされるリュウキュウアユの復元を通じて河川海岸における自然再生を模索する動きが市民・行政レベルで発生している。

リュウキュウアユ絶滅の要因とこれに関して改善すべき箇所は多々あるが、河川に遡上してきた後の成長、成熟の保証としての餌環境に関して、アユでは Abe et al. (2003) や内田 (2002) に見られるように研究が進んでいるものの、亜種リュウキュウアユでは未解明の部分が多い。

本研究は、性成熟するまでの期間に成長場所として使う河川中上流域におけるリュウキュウアユの餌生物である河床の付着藻類群集の現状を文献整理と現地調査によって明らかにし、リュウキュウアユ再生に関する可能性を模索することを目的とする。

今回、この内、平成 17 年夏季に実施した付着藻類の現況調査結果がまとまったことから、この部分について報告を行う。

2. 方法

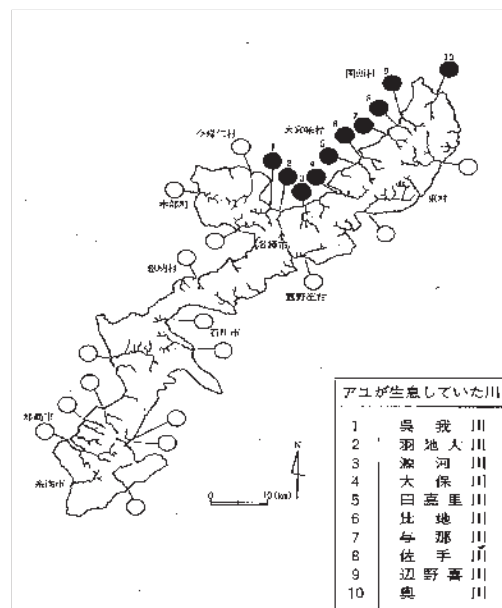
2-1. 調査河川及び地点の選定

2-1-1. 調査河川

対象河川を下記のような観点から抽出した。

(1) リュウキュウアユが過去に分布していた河川

幸地 (1991) によると、過去にリュウキュウアユが生息していることが確認されていた河川は図 2-1-1 に示す 10 河川である。



(幸地 1991 より一部改変して転載)

図2-1-1 1976年にリュウキュウアユが確認された河川

(2) 遡上阻害等を改善した場合、定着する可能性のある河川

遡上阻害箇所など河川構造物を改善した場合に定着する可能性のある河川を選択した。

例えば、現時点で大保川は畜産排水の汚濁を強く受けており、河川構造物の改善のみでは定着の可能性が低いため餌生物の調査を実施する必要性に欠ける。

図 2-1-1 でわかるように過去の分布河川は、名護市以北の西側に集中している。島の東側に位置する河川では、海岸段丘構造が発達し段丘下部の流路延長が短く、リュウキュウアユの生息に不適

当であった可能性が高い。このため、東側の河川は除外して考えた。

同じく、恩納村や宜野座村以南の河川は流路延長が短く、リュウキュウアユの生息に不相当であったものと想定されることから、これも除外して考えた。

(3) 既往資料の充実した河川

当該地域における付着藻類の調査結果が充実している資料として「沖縄本島北部地域における生物調査データ 第1巻」（平成14年3月、沖縄総合事務局北部ダム事務所）があり、その調査時期及び河川は表2-1-1に示す通りである。

(4) 専門家の意見の聞き取り

基本的には、前述の既往資料の整理結果によって調査対象河川を決定することとしたが、専門家としての琉大立原助教授の意見も取り入れて最終決定を行った。

(5) 調査河川の選定結果

既往資料整理の結果、表2-1-2に示す12河川が候補に上がった。

これに基づき学識経験者(琉球大学立原助教授)と協議を行った結果、調査量が決まっているのであれば、多数の河川で、かつ河川毎の少ない調査地点で実施するより、リュウキュウアユの放流事業が勢力的に実施されている河川で、多様な条件下における調査地点を選定する方が将来的に有用になるとの指摘があったことから、今回以下に示す2河川を対象に実施することとした。

今後は、可能であれば、表2-1-2に示す河川に対しても調査を進めることとしたい。

1) 奥川

河川の自然再生といった視点から現在様々な施策が継続・実施中であり、リュウキュウアユの復元の可能性が最も高い河川のひとつである。

表2-1-1 既往資料における付着藻類調査の実績

沖縄総合事務局北部ダム事務所（2002）

No.	付着生物	調査法報告及び調査年月日	
		付着藻類・原生動物	底生動物
		コドラート法	コドラート法
7	辺野喜川	昭和62年8/4	昭和62年8/4
		平成3年7/25	平成3年7/25
		平成5年8/5-6	平成5年8/5-6
		平成8年9/5-6	平成8年9/5-6
11	与那川	平成元年7/25-29	平成元年7/25-29
		平成3年7/18	平成3年7/18
		平成4年7/21	平成4年7/21
12	普久川	平成元年7/25-29	平成元年7/25-29
		平成8年8/6-10	平成8年8/6-10
		平成8年9/6-7	平成8年9/6-7
13	安波川	平成2年8/1-6	平成2年8/1-6
		平成3年7/17	平成3年7/17
		平成4年7/20	平成4年7/20
16	奥間川	平成元年3/2-6	平成元年3/2-6
		平成元年7/25-29	平成元年7/25-29
17	比地川	平成元年3/2-6	平成元年3/2-6
		平成元年7/25-29	平成元年7/25-29
24	福地川	昭和62年8/7	昭和62年8/7
		平成4年3/5-6	平成4年3/5-6
		平成4年9/21-25	平成4年9/21-25
25	大保川	平成元年3/2-6	平成元年3/2-6
		平成元年7/25-29	平成元年7/25-29
		平成3年7/20-23, 26	平成3年7/20-23, 26
27	慶佐次川	平成8年8/3-4	平成6年8/3-4
		平成2年8/1-6	平成2年8/1-6
34	羽地大川	平成3年7/24	平成3年7/24
		昭和62年8/6-8	昭和62年8/6-8
47	漢那福地川	昭和62年8/6	昭和62年8/6
		平成2年8/1-6	平成2年8/1-6
		平成4年7/22,8/26,9,22-23	平成4年7/22,8/26,9,22-23
		平成5年8/7-8	平成5年8/7-8
		平成7/8/31-9/1	平成7/8/31-9/1
48	徳首川	平成8年9/8-9	平成8年9/8-9
		平成4年7/15-17	平成4年7/15-17

表2-1-2 調査対象河川の資料整理結果

河川	生息条件		既往調査 付着藻類
	過去の 分布状況	遡上阻害 改善後の 定着可能性	
奥川	○	◎	
辺野喜川	○	○	○
佐手川	○	○	
与那川	○	◎	○
奥間川		○	○
比地川	○	○	○
大保川	○		○
田嘉里川	○	○	
源河川	○	◎	
真嘉屋大川		○	
羽地大川	○	○	○
呉我川	○	○	

2) 源河川

中上流部における自然性といった視点では、奥川より自然性が高く、奥川と同様に地元の意識の高い河川である。

2-1-2. 調査地点

立原助教授との協議の結果、アユは平瀬、早瀬、淵を1単位として縄張りを形成し、付着藻類を

食んで生活することから、これを1単位とした調査地点を設定するべきではないかとの指摘を受けた。

また、良好な環境を持つ地点のみでの調査結果では、河川毎の全体像を把握し得ないことから、地点選定に当たっては上空の樹冠被度（もしくは照度など）が異なる環境なども考慮した。

更に、砂防ダムや奥川支川チヌフク川における自然環境に配慮した河川施設の改良など、リュウキュウアユの定着に関連の深い河川施設の存在に関しても考慮した。

詳細な地点図は後に示す通りである。

2-1-3. 調査項目

現地調査を行った項目は表 2-1-3 に示す通りで

ある。

特に、付着藻類分析に関しては、その量的な把握が必要であったため、種別の細胞数のみではなく、写真上において各種の細胞の長軸及び短軸、厚さを計測し種毎の細胞容量（ $\mu\text{ m}^3/\text{cell}$ ）を計測して集計を行った。

※クロロフィル a などの付着物に関する解析は現時点では進んでいないことから、報告は次回以降に行うこととしたい。

2-1-4. 調査時期

現地調査は、平成 17 年 7 月 27 日～ 7 月 29 日にかけて実施された。

調査日当日の天候は晴れ時々曇りであった。

表2－1－3 調査項目の一覧

調査項目			調査目的と調査方法
現地観測	樹冠被度	%	付着藻類生育に関わる日照条件を観測する。 調査地点上空の樹枝による被覆率を目視観測する。
	水温	℃	付着藻類生育に関わる水温条件を観測する。 棒状水温計を使って現地観測する。
	流速	m/sec	付着藻類生育に関わる流速条件を観測する。 電磁流速計を使って現地観測する。
室内分析	藻類	cells/cm ²	河床から可能な限り水面と平行な面を持つ4つの石礫を採取し、それぞれから5cm×5cmの枠内の付着物をワイヤーブラシを使って刮ぎ落とし、ホルマリンで固定して藻類サンプルとする。
	クロロフィルa	$\mu\text{ g/cm}^2$	付着物のクロロフィルaは、全ての植物が細胞内に持つ緑色色素であり、藻類の量的指標となる。
	乾燥重量	mg/cm ²	付着物の乾燥重量は、採取された試料の全量を表し、この内強熱源量は有機物量を表す。
	強熱減量	mg/cm ²	藻類と同じ石から同様な作業を行い、研究室内理化学分析を行う。 分析方法は基本的にJIS規格に従う。

3. 結果と考察

3-1. 調査地点とその概要

(1) 奥川

図 3-1-1 に奥川の調査地点を示す。また、調査地点毎の環境の概要を表 3-1-1 に示す。

(2) 源河川

図 3-1-2 に源河川の調査地点を示す。また、調査地点毎の環境の概要を表 3-1-2 に示す。

3-2. 付着藻類の細胞数と細胞容量

(1) 付着藻類相の概要

表 3-2-1 及び表 3-2-2，図 3-2-1 及び図 3-2-2 に奥川及び源河川における付着藻類相の概要を示す。

奥川の付着藻類は、総細胞数 8 百万 cells / cm² 以上を示す st.9 の平瀬及び st.6 の早瀬を除けば、砂防ダム上下流、支川チヌフク川とも総細胞数 2 百万 cells / cm² 前後である。

前記2地点を含めていずれも藍藻類が卓越し、ピロードランソウ (*Homoeothrix janthina*) が優占する。これに対して源河川では、砂防ダム直下の st.6 から上流の瀬ではほぼ満遍なく 6 百万 cells / cm² 以上が出現し、上下流の差が無く安定的である印象を受ける。

出現種類数も源河川の方が多く、未計算ではあるが多様度指数も源河川の方が高いのではないかとと思われる。

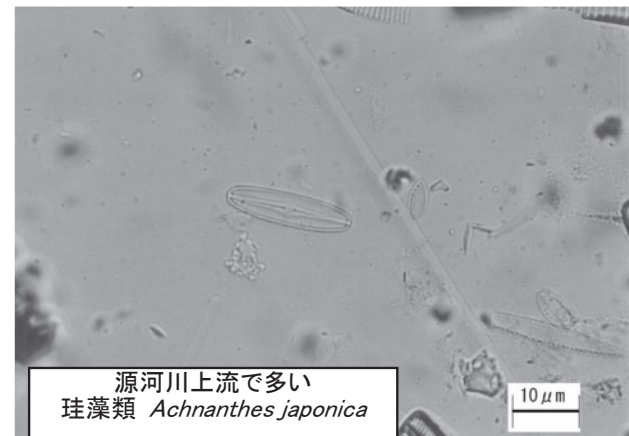
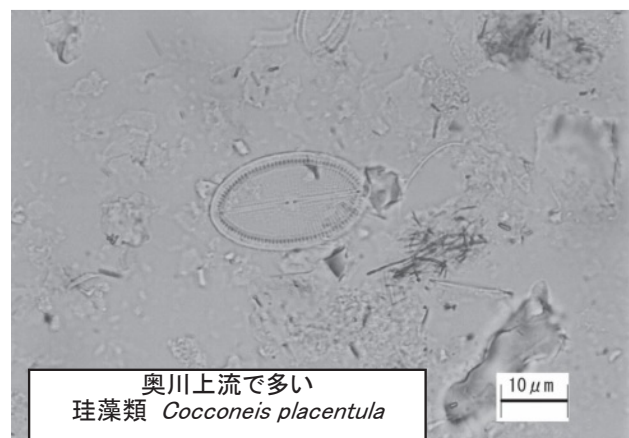
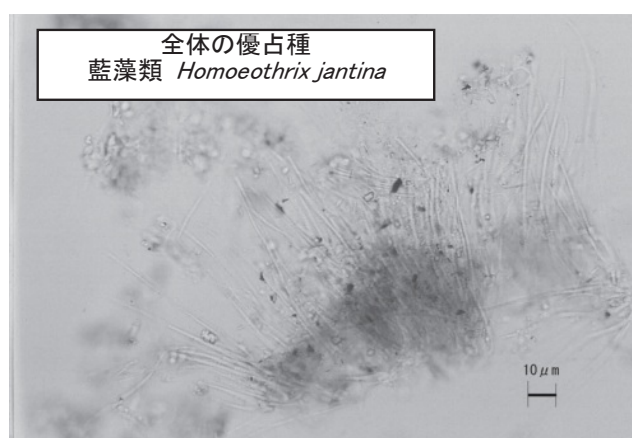
源河川でも全地点で藍藻類が卓越し、ピロードランソウが優占種となっている。

また、アユの香りのもとと言われている珪藻類は、奥川では st.3 の淵の約 3 万 cells / cm² 及び st.6 の約 1.5 万 cells / cm² が最大であり、その他はほぼ 5 千 cells / cm² であるのに対して、源河川では、砂防ダム上流の早瀬で約 20 万 cells / cm²、

その他でも概ね 5 万 cells / cm² と大きいことが特徴である。

特筆すべきは、奥川支川チヌフク川 st.6 の早瀬における総細胞数が、奥川では他に対して圧倒的に多いことである。本地点は、砂防ダム下流の流路工内部であるが、被災後の災害復旧に際して平成 16 年にいわゆる多自然型で川作りを行った箇所である。本区間の護岸は自然石として古生代の琉球石灰岩を使用しているが、河床には工事中に発生したものと思われる現地発生岩が蒔かれており、今回はこの捨て石に対して調査を実施した。河床材料と付着藻類量との関係から今後の川作りの参考ともなる可能性がある。

なお、比較的大きな出現率を見せた藻類は、以下の写真に示すものであった。



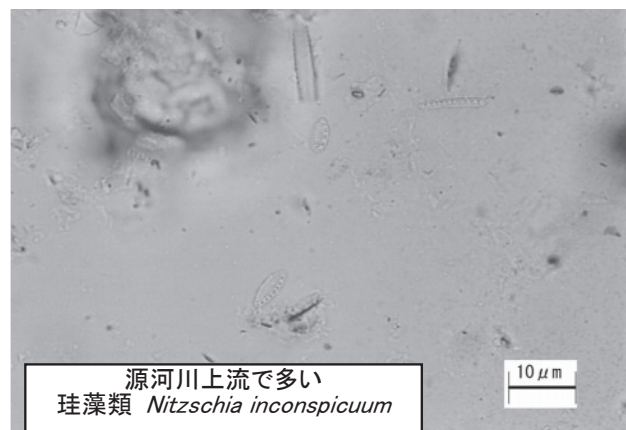
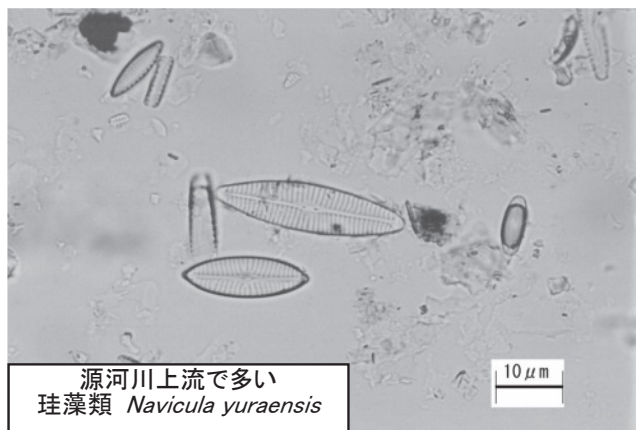


表3-1-1 奥川における調査地点の環境の概要

河川名	調査日	調査時刻	st.	樹冠被度 %	水温 °C	流速 cm/s			備考
						早瀬	平瀬	淵	
奥川	H17.0727	10:20	1	0	26.5		12.8		下流、石積水制工を人為的に崩した区間、明確な瀬淵構造無し。人頭大以上の比較的大きな河床材料。上空オープン。
				20				12.5	
		11:15	2	0	27.5		4.2		下流、リュウキュウアユ放流イベント地点。早瀬無し。明確な淵無し。拳大前後の河床材料。上空オープン。
				20				1.5	
		12:00	3	0	26.5	27.5			支川チヌフク川合流点付近。淵は第一床固工の影響を受け堆砂著しい。拳大から人頭大の河床材料。上空オープン。
				5			11.5		
				0				6.8	
		12:40	4	0	26.8	32.6			本川流路工の下端に位置する帯工周辺。帯工は一部切り欠き人為的に崩されている。淵は帯工上流側の深掘れ。平瀬は帯工天端の堆積土砂。早瀬は天端から崩れた部分。拳大から人頭大の河床材料。上空オープン。
				0			10.9		
				0				1.3	
		13:40	5	0	26.5	30.5			流路工上流側。人為的に崩されていない帯工周辺。淵は帯工上流側の深掘れ。平瀬は帯工天端の堆積土砂。早瀬は天端から下流に堆積した土砂。拳大から人頭大の河床材料。上空オープン。
				0			18.1		
				0				5.1	
		15:00	6	5	25.8	38.9			支川チヌフク川災害復旧区間。琉球石灰岩・自然分布の岩盤を用いて近自然工法によって復旧されている。淵は砂防ダム水叩き直下の深掘れ(アユ存在確認)。平瀬・早瀬の計画な区分無し。人為的に持ち込んだ巨石多し。上空オープン。
				5			17.0		
				0				1.0	
		15:40	7	20	26.0	84.2			支川チヌフク川災害復旧区間直下流の天然区間。淵が発達していない。拳大から人頭大の河床材料。上空オープン。
				20			4.8		
				80		52.7			
	H17.0728	16:10	8	50	26.0		49.3		支川チヌフク川本川合流前の最大の淵(アユ確認)周辺。拳大から人頭大の河床材料。上空クローズ。
				30				5.0	
		10:45	9	85	24.7	44.5			砂防ダム上流の天然河川区間。淵ではアユの存在を確認。拳大から人頭大の河床材料。上空クローズ。
				50			21.1		
				80				18.6	
		11:30	10	50	24.7	152.0			砂防ダム上流の天然河川区間。St.9の直上流。拳大から人頭大の河床材料。上空オープン。
				10			18.1		
				20				5.1	

表3-1-2 源河川における調査地点の環境の概要

河川名	調査日	調査時刻	st.	樹冠被度 %	水温 °C	流速 cm/s			備考
						早瀬	平瀬	淵	
源河川	H17.0729	14:00	1	0	28.5	113.5			リュウキュウアユ放流イベント地点の帯工周辺。St.2は帯工の湛水部。St.1は帯工下流の多段型落差。小石から拳大・人頭大の河床材料。上空オープン。
				5			24.5		
		14:00	2	60	28.5			5.8	中流の多段型落差工。自然石を用いて落差を多段型で処理している。拳大から人頭大の河床材料。上空オープン。
		12:50	3	10	28.5	10.4			
		11:40	4	10	26.9	77.1			砂防ダム下流の天然河川区間。最大水深3m程度の淵周辺が対象(比較的多量のアユ確認)。拳大から人頭大の河床材料。上空オープン。
				40			46.2		
				40				7.1	
		10:45	5	30	26.3	96.4			砂防ダム下流の天然河川区間。St.4の直上流。最大水深3m程度の淵周辺が対象(比較的多量のアユ確認)。拳大から人頭大の河床材料。上空クローズ。
				80			46.2		
				40				2.1	
	H17.0728	16:30	6	0	26.5	96.5			砂防ダムのバックウォーター付近(比較的多量のアユを確認)。小豆大から拳大の河床材料。上空オープン。
				30			54.1		
				10				5.2	
		15:30	7	80	26.6	110.0			砂防ダムのバックウォーター付近(比較的多量のアユを確認)。小豆大から拳大の河床材料。上空クローズ。
				80			28.4		
				40				11.2	
		14:30	8	30	26.8	61.7			砂防ダム下流の天然河川区間。最大水深2m程度の淵周辺が対象(比較的多量のアユ確認)。拳大から人頭大の河床材料。上空オープン。
				20			34.0		
				70				2.0	
	14:00	9	9	60	26.0	57.3			砂防ダム下流の天然河川区間。最大水深2m程度の淵周辺が対象(比較的多量のアユ確認)。拳大から人頭大の河床材料。上空クローズ。
				60			29.4		
				60				0.8	

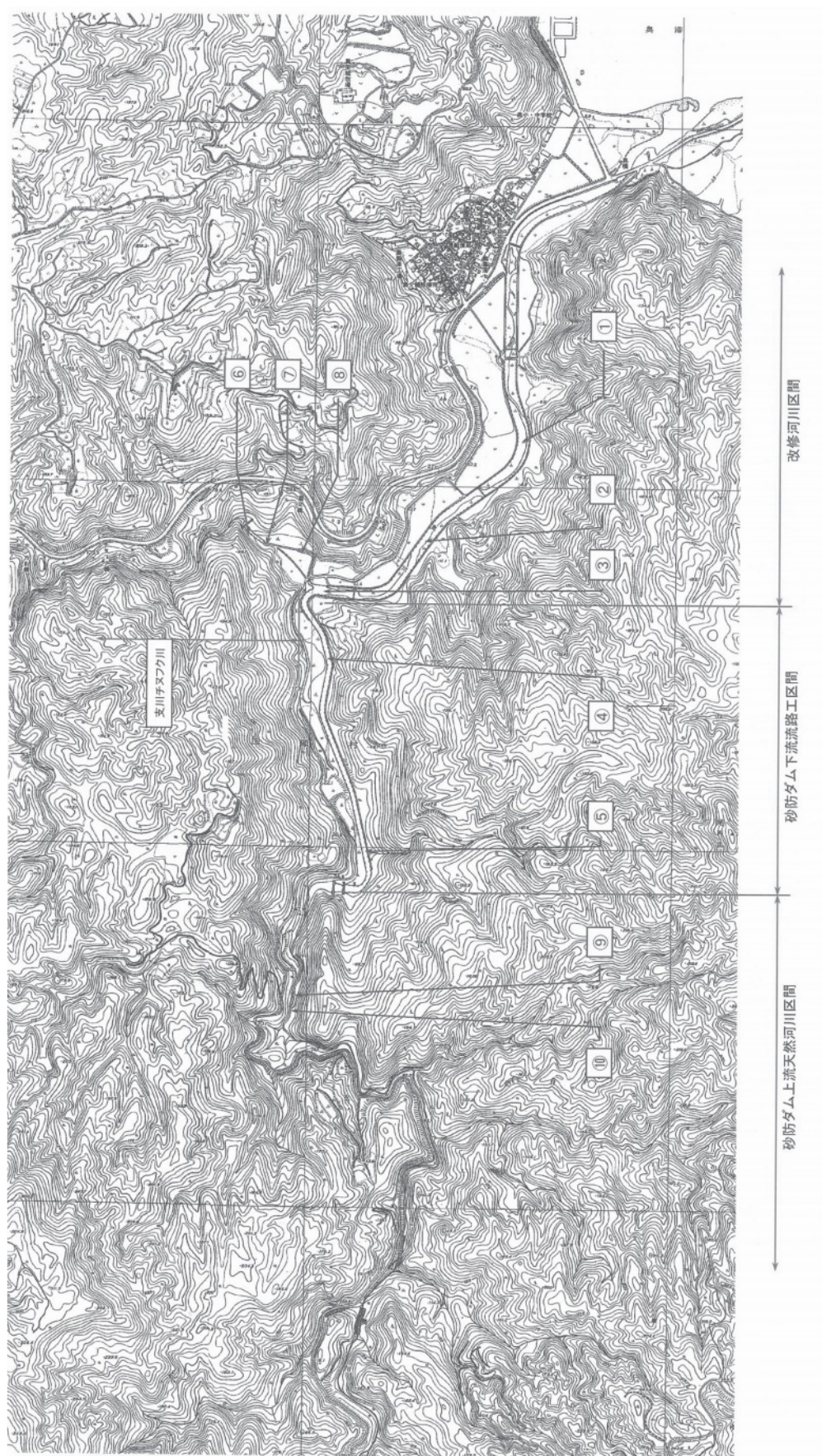


図 3-1-1 奥川における調査地点

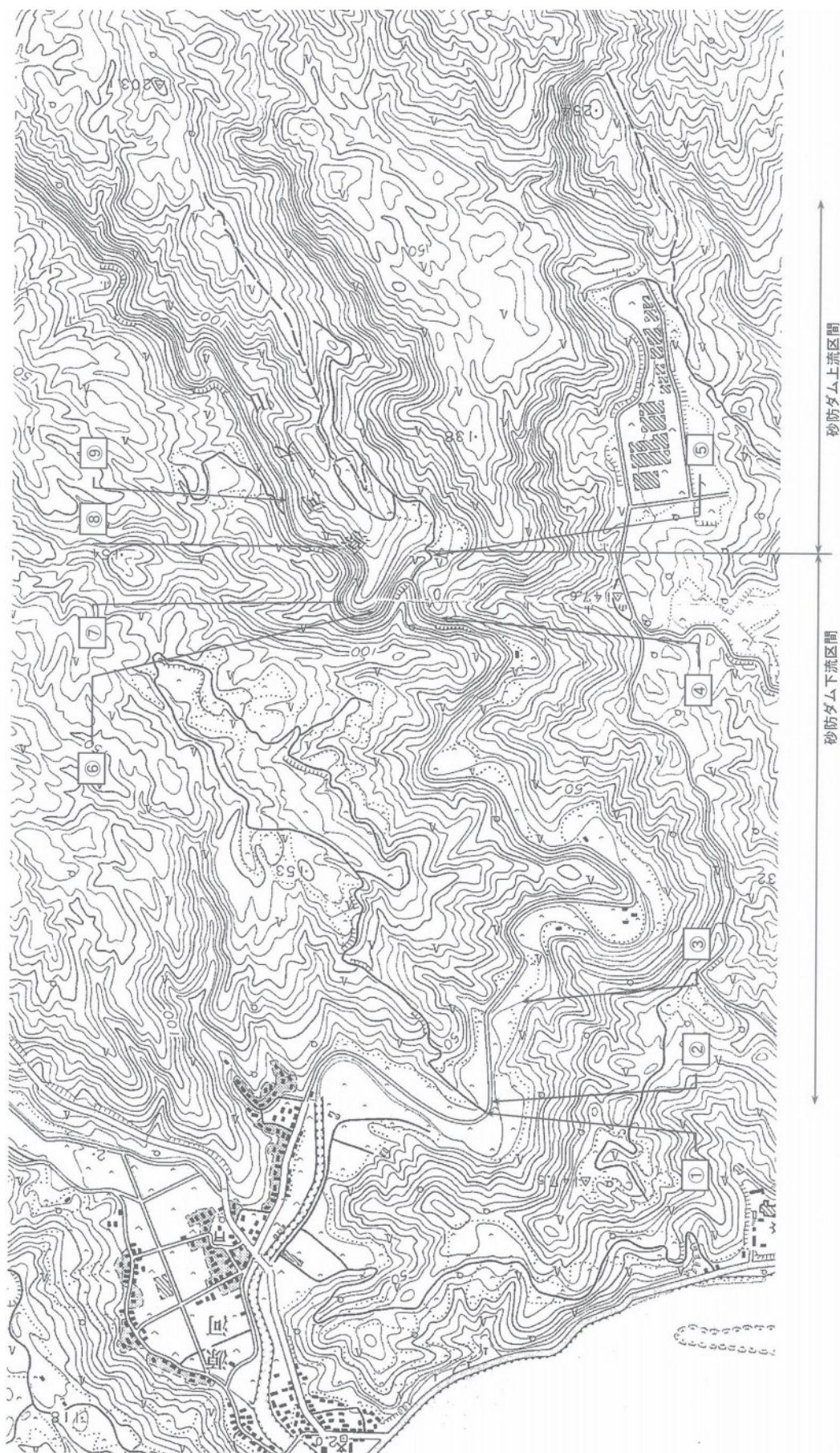


図 3-1-2 源河川における調査地点

表3-2-1 奥川における付着藻類相の概要(上段:種類数, 下段:細胞数)
(cells/cm²)

項目	St.1		St.2		St.3	
	平瀬	淵	平瀬	淵	早瀬	淵
藍藻類	3	5	7	7	5	4
	2,930,000	1,562,400	3,931,100	2,871,200	1,802,600	839,300
珪藻類	12	11	8	14	3	4
	5,142	800	1,876	1,064	111	156
緑藻類	1	1	0	1	0	0
	5,292	1,400	1,876	41	0	0
その他	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0
合計	16	17	15	22	8	8
	2,940,434	1,564,600	3,934,852	2,872,305	1,802,711	839,456

項目	St.4			St.5		
	早瀬	平瀬	淵	早瀬	平瀬	淵
藍藻類	7	7	6	8	6	8
	2,750,000	901,000	1,231,800	2,534,080	2,676,300	854,500
珪藻類	4	3	3	8	8	10
	329	268	113	477	348	348
緑藻類	0	1	3	2	0	2
	0	88	188	220	0	650
その他	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0
合計	11	11	12	18	14	20
	2,750,329	901,356	1,232,101	2,534,777	2,676,648	855,498

項目	St.6			St.7			St.8		
	早瀬	平瀬	淵	早瀬	平瀬	淵	早瀬	平瀬	淵
藍藻類	7	5	2	6	5	2	6	6	4
	8,163,000	1,025,900	9,900	2,038,400	2,673,900	207,000	2,691,180	56,380	56,380
珪藻類	13	18	30	7	14	13	22	22	9
	2,718	3,713	14,018	797	5,304	2,344	5,050	1,419	1,419
緑藻類	2	5	3	1	2	1	2	2	1
	48,300	10,520	2,726	690	4,920	260	1,750	1,300	1,300
その他	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	0	0	0	0	0	0	0	0	77
合計	22	28	35	14	21	16	30	30	15
	8,214,018	1,040,133	26,644	2,039,887	2,684,124	209,604	2,697,980	59,176	59,176

項目	St.9			St.10		
	早瀬	平瀬	淵	早瀬	平瀬	淵
藍藻類	7	6	5	6	5	5
	148,350	8,984,300	81,607	272,030	3,639,900	1,438,000
珪藻類	20	7	12	9	10	13
	6,129	1,332	2,062	1,170	3,485	2,097
緑藻類	1	1	1	1	1	1
	11,000	22,000	6,600	600	11,000	5,300
その他	1	0	0	1	0	1
	980	0	0	300	0	100
合計	29	14	18	17	16	20
	166,459	9,007,632	90,269	274,100	3,654,385	1,445,497

表3-2-2 源河川における付着藻類相の概要(上段:種類数, 下段:細胞数)
(cells/cm²)

項目	St.1		St.2		St.3	
	早瀬	平瀬	淵	早瀬	平瀬	淵
藍藻類	8	3	5	7	7	7
	4,191,530	310,000	172,100	9,587,100	9,587,100	9,587,100
珪藻類	30	23	28	27	27	27
	10,513	11,158	10,660	23,450	23,450	23,450
緑藻類	4	2	3	4	4	4
	3,150	790	3,620	196,300	196,300	196,300
その他	0	0	1	0	0	0
	0	0	110	0	0	0
合計	42	28	37	38	38	38
	4,205,193	4,205,193	186,490	9,806,850	9,806,850	9,806,850

項目	St.4			St.5		
	早瀬	平瀬	淵	早瀬	平瀬	淵
藍藻類	7	6	6	6	8	4
	1,582,600	6,853,390	931,900	1,451,800	2,820,500	72,996
珪藻類	24	11	25	29	33	30
	42,937	842	3,824	15,421	21,472	5,147
緑藻類	3	1	3	3	4	4
	47,300	5,300	6,700	36,400	2,040	1,541
その他	0	0	0	0	1	0
	0	0	0	0	98	0
合計	34	18	34	38	46	38
	4,205,193	6,859,532	942,424	1,503,621	2,844,110	79,684

項目	St.6			St.7		
	早瀬	平瀬	淵	早瀬	平瀬	淵
藍藻類	9	9	10	6	9	5
	4,406,500	8,354,200	1,924,720	2,771,000	7,054,900	399,750
珪藻類	21	14	17	27	29	30
	2,680	3,244	2,268	52,310	15,536	5,245
緑藻類	2	1	2	1	1	3
	2,860	6,000	9,660	11,000	29,000	9,700
その他	0	0	0	0	1	0
	0	0	0	0	2,200	0
合計	32	24	29	34	40	38
	4,412,040	8,363,444	1,936,648	2,834,310	7,101,636	414,695

項目	St.8			St.9		
	早瀬	平瀬	淵	早瀬	平瀬	淵
藍藻類	8	8	7	5	7	10
	8,850,000	8,205,000	1,484,900	10,316,000	6,138,700	594,460
珪藻類	25	34	25	25	23	32
	197,010	69,455	11,844	177,000	13,300	5,497
緑藻類	2	2	2	1	2	4
	13,000	42,150	6,874	11,000	7,292	6,830
その他	0	0	0	1	1	1
	0	0	0	5,300	2,400	670
合計	35	44	34	32	33	47
	9,060,010	8,316,605	1,503,618	10,509,300	6,161,692	607,457

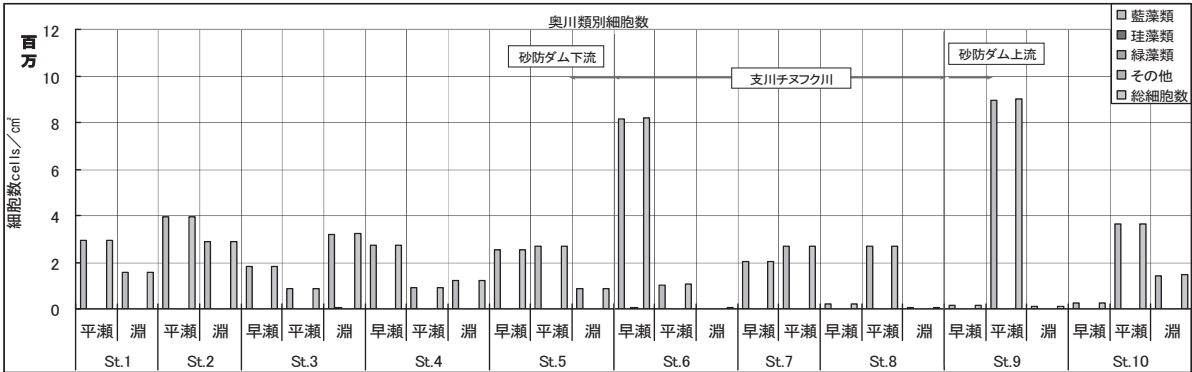


図3-2-1 奥川における付着藻類相の概要

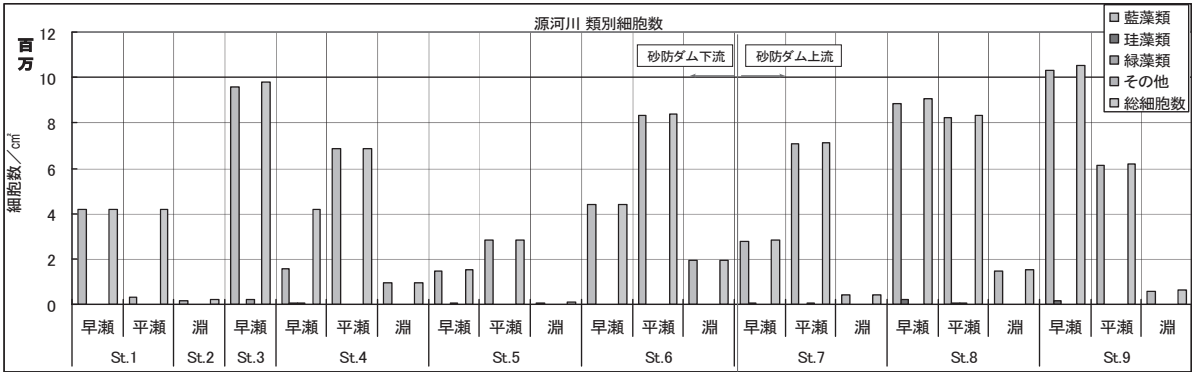


図3-2-2 源河川における付着藻類相の概要

(2) アユの生息河川との比較

1) 事例 1

本土におけるアユの生息河川の付着藻類に関する資料は、現在収集途中であるが、入手済み資料について今回の調査結果と比較検討を行った。

徳島県立農林水産総合技術支援センター水産研究所の渡辺は、そのホームページの中で吉野川及び海部川における付着藻類の研究成果を以下のように紹介している（2005）。

『海部川では、2001 年と 2002 年に中流域の桑原という地点の平瀬で、それぞれ 2 回ずつ調査しました。結果は、藍藻がビロードランソウ 1 種かこの種を含めて 2 種で、ビロードランソウの細胞数は 11 億から 33 億に達しました。珪藻は 2001 年には 2 回の調査で 1 種と 4 種、2002 年には 6 種と 12 種、緑藻は 4 回の調査を通して 1 種か 2 種でした。また、珪藻と緑藻は種類数も細胞数も少なく、ビロードランソウの細胞数が極めて多いのが特徴的でした。』（以上、原文の通り）。上記は、5 × 5 cm 枠内（25cm²）の結果なので、今回の調査結果の 1cm²と比較するには 25 分の 1 にしなければならない。25 分の 1 にした上で、細胞数について概要を示すと概ね次の通りである。

・ 吉野川：藍藻類の細胞数は 12 ～ 20 百万細胞、珪藻類は 44,000 ～ 29,200 細胞、緑藻類は 424,000 ～ 182,400 細胞であった。

・ 海部川：藍藻類の細胞数は 44 ～ 132 百万細胞、珪藻類及び緑藻類は僅かであった。

また、同著で渡辺は、『2001 年に吉野川においてアユの胃の中を調べたところ、よく成長したアユはこの藍藻をよく摂餌しているのに対して、小型のアユの胃中には少ないことがわかりました。この年、吉野川ではアユの生息尾数が多く、小型アユはビロードランソウを十分利用できていないものと考えられました。

生息尾数から判断して、過密状態になったところがあり、そこでは小型のまま成長できないアユが多かったものと考えています。恐らく、早瀬や平瀬でなわばりを形成することのできたアユはこの藍藻を十分利用して成長し、なわばりに入ることのできない小型アユはこの藍藻の少ない淵などで生息していたものと考えられます。一方、2002 年において、海部川ではほとんど全てのアユがこの藍藻をよく利用しており、成長も良く、生息密度から見てまだまだ余裕があったものと考えています。』（以上、原文の通り）とアユの餌資源としての藍藻類の優位性を認めている。

これとは別に独立行政法人水産総合研究センター中央水産研究所の阿部ら（2002）も、水産総合研究センターホームページ上で、アユの餌資源としての藍藻類、特にビロードランソウの重要性を示している。

深見ら（1994）は、高知県の 2 河川を調査し、大型のアユの消化管内容物は藍藻類の占める割合が高く、河床の石礫上の種構成とほぼ一致するが、小型のアユでは総じて珪藻類の占める割合が高かったことを報告している。

以上を総合すると、アユの香りの原因が珪藻類にあることを認めつつも、アユの良く育つ河川の瀬における藍藻類の細胞数は、数千から億単位であるものと思われる。

今回の調査結果では、藍藻類の細胞数は、ほぼ全ての地点で 1 千万細胞以下であり、吉野川の場合にも満たない状態である。特に奥川では多くの地点で 2 百万細胞前後/cm²であり、リュウキュウアユが本土産アユと同量の餌を必要とするならば、奥川のそれは少ないものと判断できるかもしれない。

珪藻類では、源河川では吉野川の事例以上の量が確認され、逆に奥川では藍藻類と同様にかなり少ない。

以上の比較結果から、リュウキュウアユの生息環境として、少なくとも奥川の餌環境は貧弱であ

る可能性が高いものと考えられる。

2) 事例 2

前出の事例では、アユ生息河川における藍藻類は数千万細胞が現存しているものと考えられたが、一方、次に示す事例では、藍藻類の細胞数は数万～数十万細胞であったとしている。

内田（2002）は、アユの消化管内容物の研究において、矢作川中流域古巣地点で付着藻類の調査を実施し、藍藻類の出現細胞数が 10 万～40 万 cells / cm²であったことを報告している。

また、財団法人リバーフロント環境整備センターの山口ら（2004）は、アユを河川環境の指標とし、これに配慮した筑後川上流の維持流量増加の効果を確認するため、付着藻類細胞数の調査を実施したところ、藍藻類を含めて付着藻類は流速が小さいほど多く出現し、この時の藍藻類の細胞数は 4 万 cells / cm²程度であったことを報告している。

上記の細胞数でアユが成育するのであれば、奥川の出現細胞数でも十分であるし、事例 1 は単に過剰であると判断できる。

この矛盾に関しては、今後事例研究を進め、再度今回の調査結果を評価することとしたい。

因みに、前述の内田（2002）は、アユの消化管内容物の分析結果において、後腸に未分解の緑藻類が豊富に含まれていたことから、草食動物としては際だって短いアユの消化管では、緑藻類は分解できず、餌資源としての緑藻類の価値は小さいものと考えた。本調査結果においても源河川では下流で緑藻類が豊富に出現している。内田の考え方を適用するなら、比較的良好な餌環境にある源河川でも上流に比べて下流ではやや餌不足になるのかもしれない。

(3) 付着藻類の細胞容量

図 3-2-3 及び図 3-2-4 に奥川及び源河川における付着藻類容量の算出結果を示す。

写真で示したように藍藻類と珪藻類、緑藻類では基本的に細胞の大きさが大きく異なる。従って、

細胞数のみでは、餌量としての単純な比較判断ができないため、細胞容量（容積）毎に換算した。

この結果、奥川本川の砂防ダム下流区間では、他地点及び源河川と比べてバイオマスとしてかなり貧弱であることが明らかとなった。しかしながら、源河川のバイオマスもこれで十分か否かは、本土の他事例が現時点では見あたらないことから、この方面の検討は今後の課題である。

3-3. 環境条件と付着藻類量

図 3-3-1 に奥川及び源河川における付着藻類細胞数及び細胞容量と流速等の環境条件との関係を示す。

両者の関係検討は、早瀬・平瀬と淵では水深や土砂堆積などの条件が異なることから、両者を分けて実施した。また、奥川では本川と支川チヌフク川も同様に分けて検討した。

図中、相関係数（ r^2 ）が 0.7 を超えるような比較的高い値を示す場合にのみ、その関係式と相関係数を示した。

これらの高い相関係数を持つ環境要因と藻類細胞容量との関係は、源河川の淵における珪藻類と樹冠被度との関係、奥川本川の早瀬・平瀬及び淵における珪藻類及び緑藻類と水温との関係、奥川本川の早瀬・平瀬における珪藻類と樹冠被度との関係に見られる。その他、相関係数は高くないものの、総じて同様な傾向が見られ、珪藻類に関しては、上空が樹冠で覆われ、より低水温の方が繁殖する傾向にあるようである。

しかしながら、チヌフク川の水温などのように逆の関係を示したりする場合もあることから、今後、調査河川数や地点数を増やしながら検討を深めることとしたい。

(図 3-3-1 奥川及び源河川における環境条件と藻類細胞容量との関係(1)は、カラーページ 115 ページ参照)

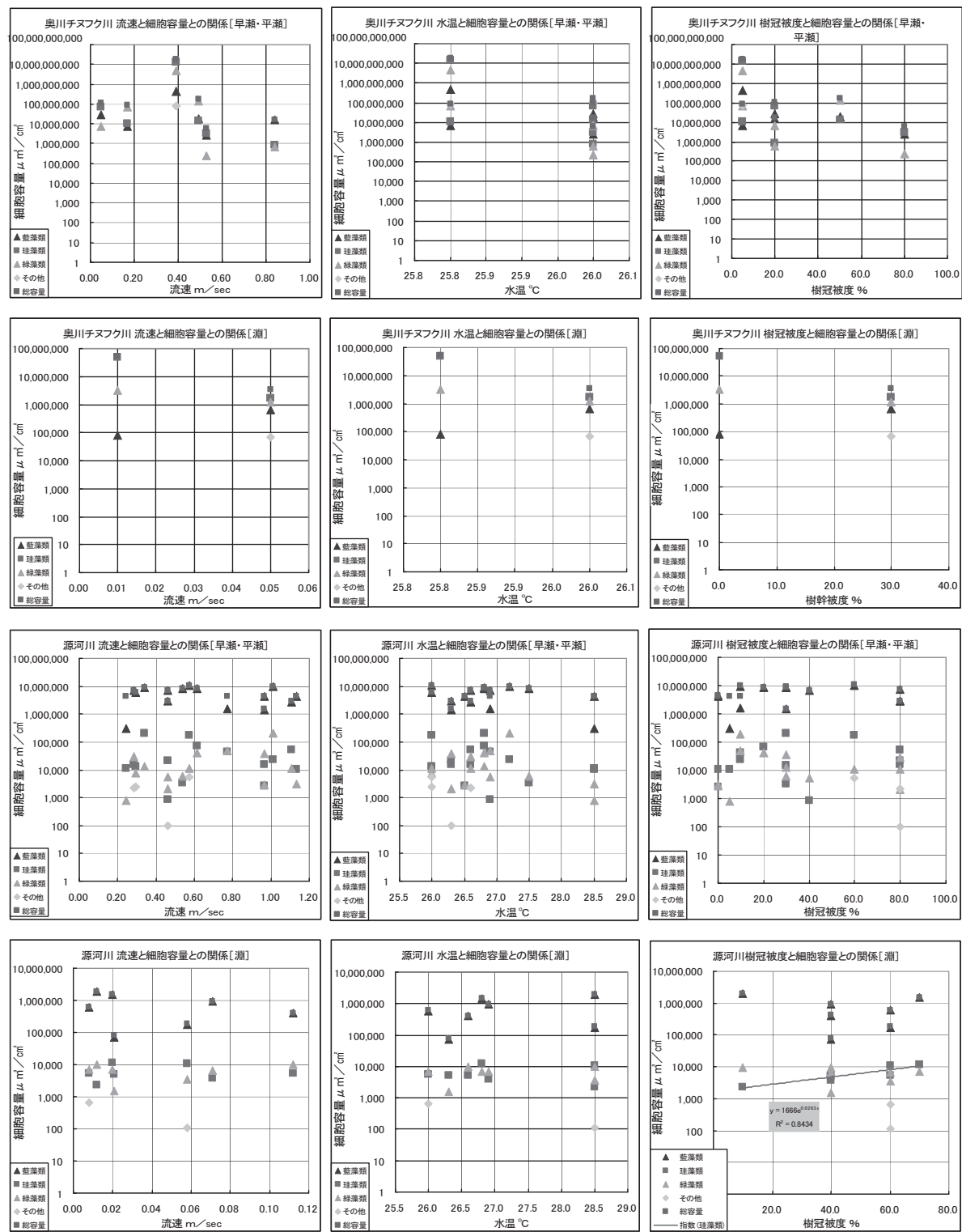


図 3-3-1 奥川及び源河川における環境条件と藻類細胞容量との関係(2)

4. 今後の課題

本文中に示した各課題以外に、今後調査を進めるに当たって、またリュウキュウアユの餌量確保のための研究課題を以下に示す。

4-1. 付着藻類野外観測機器の導入

今回、付着藻類分析やクロロフィルa等の分析によって奥川及び源河川における藻類量の検討を行った。しかしながら、これらの分析には多大な予算と特殊な技術が必要であるため、調査地点数や調査河川数を増やすには限界が生じる。

このため、野外藻類観測機器ベントフローラを現地に導入して付着藻類の現地観測を実施した。ベントフローラはドイツ製の、藍藻類、珪藻類、緑藻類などのそれぞれが持つ色素波形を現地観測

して、これらの重量を自動計算する機器である(写真)。

ベントフローラ(BF)によるクロロフィルaの総量と同一試料によるクロロフィルaの分析結果との関係を図4-1-1に示す。

いずれの河川でも正の一次相関が見られるが、その絶対値は分析結果に対して両河川とも5分の1程度となっている。現在この原因を分析中であるが、沖縄島北部における藻類群集に適用させる場合、観測結果を5倍するなど、特殊な係数が必要になるものと考えられる。しかしながら、相対的には河川内、或いは河川毎の特性を把握することができる可能性があるものと判断した。

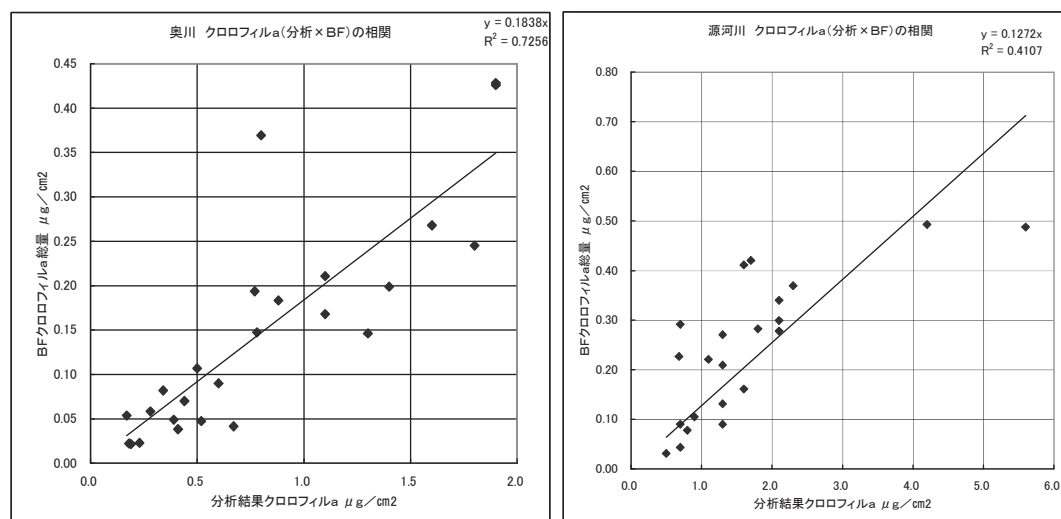


図 4-1-1 奥川及び源河川における分析結果とBF観測結果

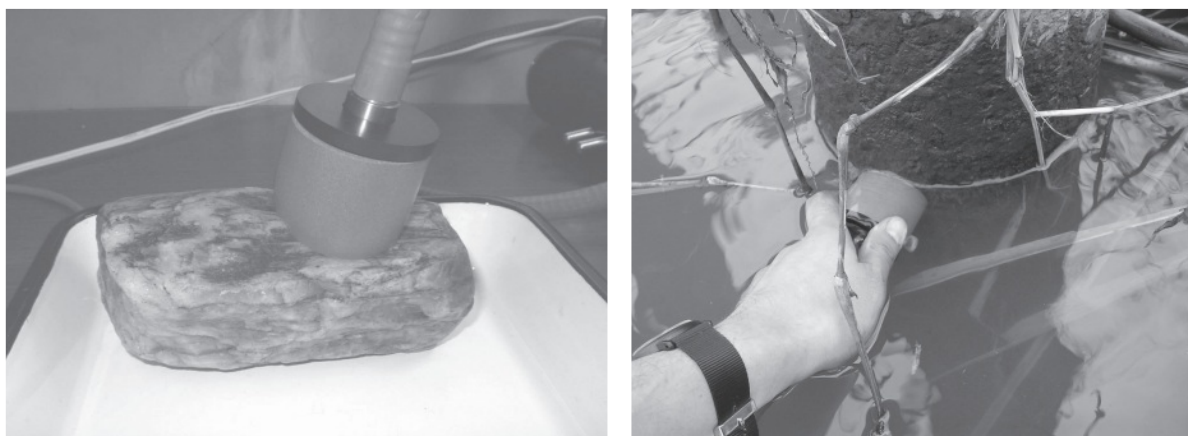


写真 ベントフローラによる付着藻類クロロフィルaの観測

4-2. リュウキュウアユの餌資源開発

今回、リュウキュウアユの餌資源としての付着藻類の調査を、リュウキュウアユの生息に関して障害が少なくなっている奥川及び源河川で実施した。

この結果、本土の事例1と比較すると、源河川ではやや少なく、奥川ではかなり少ないものと考えられた。特に奥川では、本来のリュウキュウアユの生息区間の多くが、土砂で埋没するか、或いは砂防の流路工（下写真）と化しており、藻類の生育条件として好ましくない環境になっているものと思われたため、藻類の生育に適した河床材料を現地に導入する必要があるものと思われる。現時点では、どのような河床材料が付着藻類の生育にとって好ましいのか判断できていないが、2つの考え方があるものと思われる。



奥川本川流路工の河床の状況

一つは、支川チヌフク川の流路工災害復旧区間で多量の付着藻類が確認されたことである。なぜ、同じ流路工で大きな差が出たのかを、河床材料などについて検討することである。

もう一つは、本土河川で実績のある河床材料を導入する方法である。これは、民間株式会社エスビーシーテクノ九州が開発した「アユストーン」である。アユストーンは、珪酸を含めた、生物の必要とするミネラルが豊富で付着した藻類が生育しやすい特性を持ち、河川等で期待される成果を出しつつあるとのことである。

更に、今回の調査結果から、珪藻類は樹冠被度が高く、或いは水温が低い場合に豊富である傾向が見られたことから、河床材料のみではなく、河川周辺に樹林帯を再生するなどの措置も必要になるものと考えられる。



アユ・ストーンについたアユの喰み跡
(エスビーシーテクノ九州カタログから抜粋)

5. 引用文献

- ・ Abe,S.,Katano,O.,Nagumo,T. & Tanaka,J. 2003. Algal succession corresponding with the upstream migration of ayu *Plecoglossus altivelis* Nezugaseki River. Proceeding of Algae.11-15.
- ・ 内田朝子. 2002. 矢作川中流域におけるアユの消化管内容物. 矢作川研究 No.6. 5-20.
- ・ 幸地良仁. 1991. トーイユからリュウキュウアユまで とっておきの話 沖縄の川魚. 沖縄出版. 沖縄, 135, 141.
- ・ 内閣府沖縄総合事務局北部ダム事務所. 2002. 沖縄本島北部地域における生物調査データ 第1巻.
- ・ 深見公雄・水成隆之・久保田浩・西島敏隆. 1964. 高知県下の二河川における水質及び付着藻類の既設変動. 水産増殖. 42(2), 185-197.