

6. 河川改修工事が生態系に及ぼす影響と 水辺空間としての評価

要旨

1. はじめに
 2. 水質および水生昆虫調査
 - 2.1 調査地点の概要
 - 2.2 調査期間
 - 2.3 調査方法
 3. 調査結果
 - 3.1 水質について
 - 3.2 水生昆虫について
 4. 考察
 - 4.1 改修工事終了後の水生昆虫相について
 - 4.2 過去の報告との比較
 - 4.3 まとめ
 5. 河川改修工事の地元住民に対する影響評価
 - 5.1 調査の目的
 - 5.2 ヒアリング調査について
 - 5.3 意識調査について
 - 5.4 まとめ
 6. おわりに
- 謝辞
- 参考文献

要旨

平成9年に、その河川の持つ多様な自然環境や水辺空間に対する国民の要請に応えるため、利水や治水に加えて水質や景観、そして河川生態系等の整備と保全を目的に河川法が改正された。その後、生物の生息環境や多様性等を配慮し、河川が本来有している自然環境の保護を目的とした「多自然型川づくり」等の事業が進められている。河川改修工事のような河川生態系の完全破壊をともなう人為的なインパクトに対して河川が固有に持つ生態系に対する影響についての研究はほとんど行われていない。したがって、河川改修工事後における生物相の変化や遷移に対する詳細な調査・検討を行うことは今後の河川改修工事手法を構築する上でも必要不可欠と考えられる。

また、河川改修工事が行われた河川における工事終了後の工事や手法に対しての地域住民への影響評価の調査も行われていないのが現状である。

以上の観点から、河川改修工事がほぼ終了した岩手県南部を流れる二級河川田茂木川に調査地点を設定し調査研究を行い、次のような結果を得た。

河川改修工事における砂防ダムや落差工等による物理的環境変化は河床状態を変化させ水生昆虫の生息環境に大きく影響を及ぼしている。上流に砂防ダム等の河川横断構造物がある場合、すぐ下流においては水生昆虫の多様性が回復しにくい。

河川改修工事後の経過年数が経るほど水生昆虫の多様性指数は上昇する傾向が見られ、水生昆虫の生物相も遷移した。また、河川中流域においては水生昆虫相の類似性が高かった。これは、改修工事自体による土砂の流出にともなう河床への土砂堆積の影響、落差工設置による河床勾配の変化、経過年数による河床の安定と抽水植物等の植生が影響を与えていると考えられる。

河川改修工事に対する地域住民の意識は、改修工事後災害に対しての安全生に対する評価は高い反面、親水性や景観の悪化に対して懸念を示していることが分かった。

1. はじめに

これまで、全国の河川において利水や治水を目的に河川改修工事や砂防ダム工事が行われてきた。平成9年には、その河川の持つ多様な自然環境や水辺空間に対する国民の要請に応えるため利水や治水に加えて水質や景観、そして河川生態系等の整備と保全を目的に河川法が改正された。

現在、生物の生息環境や多様性等を配慮し、河川が本来有している自然環境の保護を目的とした「多自然型川づくり」等の事業が進められ、様々な整備事例¹⁾が報告されている。しかし、その工事手法は画一的であり河川固有の河川環境とはかけ離れていると言わざるを得ない。河川改修工事のような河川生態系の完全破壊をともなう人為的なインパクトに対して河川が固有に持つ生態系に対する影響についての研究はほとんど行われていない。そのなかでも、水環境と密接な関係があると考えられる水生昆虫に対する河川改修工事の影響に関する報告は極めて少ない。したがって、河川改修工事後における生物相の変化や遷移に対する詳細な調査・検討を行うことは今後の河川改修工事手法を構築する上でも必要不可欠と考えられる。また、河川改修工事が行われた河川における工事終了後の工事や手法に対しての地域住民への影響評価の調査も行われていないのが現状である。

以上の観点から、河川改修工事がほぼ終了した岩手県南部を流れる二級河川田茂木川に調査地点を設

定し調査研究を行うこととした。田茂木川は、本来は自然渓流河川であるが、1977年に砂防ダムが建設され、その後1990年の台風による土砂災害の対策として、1991～1998年にかけて河川改修工事が行われた。本研究においては、水質や水生昆虫等の調査を1年間にわたり行い、水質や河床状態における影響の検討を行うとともに、1993年に行った調査結果と比較することにより、工事終了後からの経過年数等の環境要因と水生昆虫の関係について検討し、河川改修工事後の水環境の回復・遷移状況を明らかにすることを目的としている。

また、河川改修工事が地元住民にとって親しまれる親水河川としての役割を果たしているかを地元住民に対する景観調査および河川利用動態調査をアンケートにより行うことにより今後の河川改修工事手法のあり方についての基礎的情報を提起することを目的とするものである。

2. 水質および水生昆虫調査

2.1 調査地点の概要

本研究で対象とした田茂木川は、岩手県南部に位置する室根山(標高894.5m)山麓の標高約500m地点を源とし、標高約150m地点で本流、大川に注ぐ流程約5.4km、流域面積13.6km²の支流である。また、標高約360m地点に砂防ダムが建設されている。平均河床勾配は、ダム上流部では1/5、ダム下流部では1/20の渓流河川である。田茂木川においては1990年に台風による大きな土砂災害に見まわれ、その後河川改修工事の必要性が叫ばれてきた。田茂木川の流域人口は約300人、家畜は133頭(成牛33頭、子牛48頭、酪農牛52頭)である。現在の河川改修工事後の災害防止施設として、治

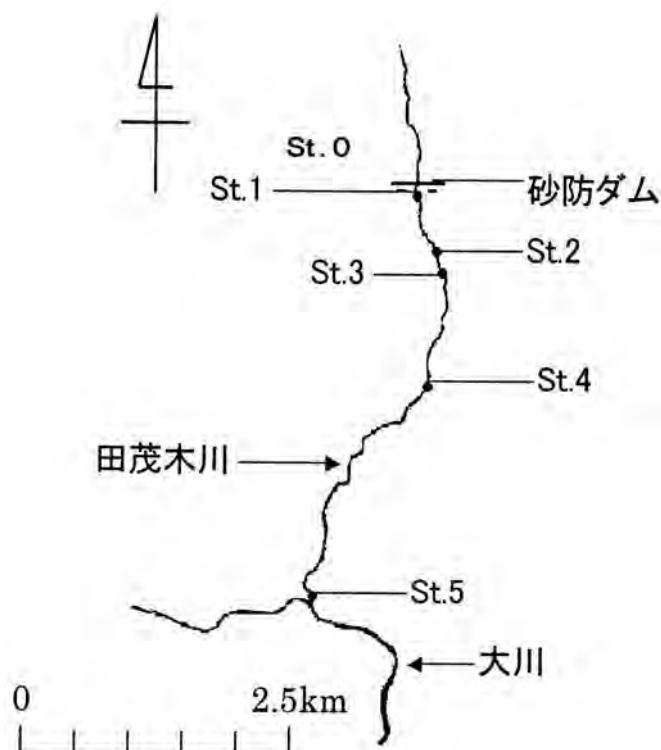


写真2.1 調査地点の概略

山堰 9 基、砂防ダム 1 基、砂防ダム下流には 1.5m～2.0m の落差工が 36 基、改修工事によって設置されている。また、工事後の残地を利用した砂防公園が 4 カ所に設置されている。水質および水生昆虫の調査地点は、田茂木川の全域を把握するために、図 2.1 に示すように計 6ヶ所設置した。すなわち、砂防ダムを基準として約 80m 上流地点に St.0 および約 120m 下流の第 1～第 2 落差工区間に St.1、約 490m 下流の第 8～第 9 落差工区間に St.2、約 720m 下流の第 13～第 14 落差工区間に St.3、約 1,910m 下流の第 35～第 36 落差工区間に St.4、約 4,100m 下流で大川との合流点より約 90m 上流に St.5 である。各調査地点における護岸は急勾配のコンクリート護岸である。St.0 が位置する砂防ダムより上流部は、河畔林に覆われた渓流となっている。調査地点の周辺は、St.1 から St.3 の上流域では、所々で農業や畜産業が行われ、中流から下流域においては人家や田畠が増加する。

図 2.2 に各調査地点における水生昆虫採取地点の環境要因と工事期間を示す。St.0 は自然河川であり、河床状態は変化に富んでいる。砂防ダムは 1977 年に建設され、その下流では'91～'98 年にかけて断続的に改修工事が行われた。St.1 は、工事期間が'95～'96 年で、採取地点の河床はコンクリートで床固めされ、その上に頭大の石や砂利が堆積した状態である。St.2 と St.3 は工事期間がそれぞれ'92～'93 年、'91～'92 年であり、St.1 と同様にコンクリート護岸は設置されているが、採取地点の河床は大小多数の浮石や沈み石があり、St.1 と比較すると自然河川に近い状態である。St.4 は工事期間が'97～'98 年で、河床状態は拳大の浮石、沈み石により構成されている。各落差工には魚道が設置されている。St.5 は改修工事が行われていない。また、St.3 と St.4 の間で、支流が流入している。なお、植生については St.1 以外の調査地点付近で抽水植物等が観察された。

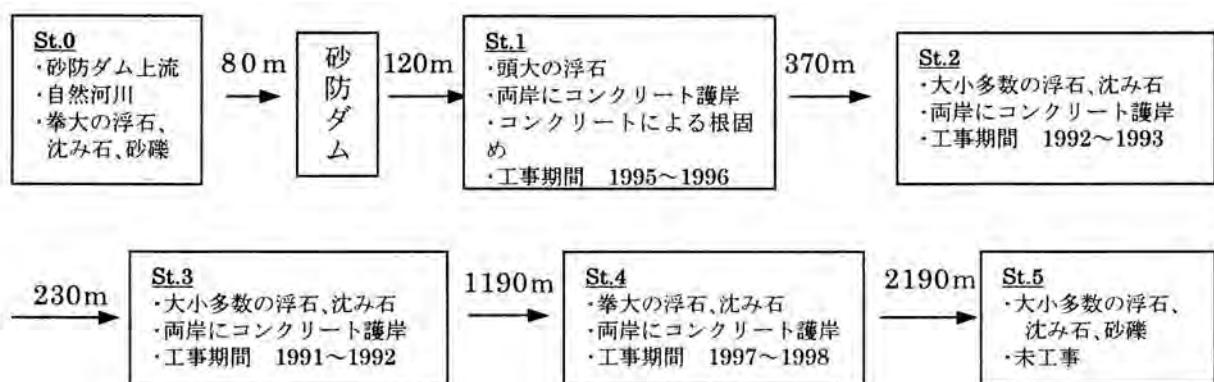


写真 2.2 各調査地点の環境要素と工事区間

2.2 調査期間

調査は 1999 年 5 月 24 日、8 月 23 日、11 月 11 日、2000 年 2 月 7 日の計 4 回行った。なお、St.0 の調査は 2000 年 2 月 7 日のみ行った。

2.3 調査方法

理化学的水質については、各地点でポリエチレン容器に採水し、実験室に持ち帰り分析を行った。ただし、DO は現地で固定を行い実験室で測定した。分析項目および分析方法は以下のとおりである。な

お、分析は試料を、ろ過せずに行った。pH(ガラス電極法)、SS(GFPろ過法)、DO(ワインクラー-アジ化ナトリウム変法)、TOC[全有機炭素](燃焼酸化-赤外線分析法)、 $\text{NH}_4^+ - \text{N}$ 、 $\text{NO}_2^- - \text{N}$ 、 $\text{NO}_3^- - \text{N}$ (自動分析法)、Org-N(ケルダール分解後、自動分析法)、T-N(各態窒素の総和)、 $\text{PO}_4^{3-} - \text{P}$ (モリブデン青吸光光度法)、T-P(過硫酸アンモニウムで分解後、モリブデン青吸光光度法)。以上の分析は、河川水質試験方法³⁾に従った。

水生昆虫の採取場所は、できるかぎり平瀬の石礫底で、水深は約10~30cm、流速は約0.1~0.7m/s程度の地点を選定した。水生昆虫の採取は、0.25m × 0.25m(5月の調査のみ0.5m × 0.5m)のコードラードのついたサーバーネット(38メッシュ/inch²)を用いて各地点で1回行った。種数や個体数については1回の採取回数の場合、ある地点の代表値として扱いにくいが、多様性指数等の指標に関しては1回の採取回数でも誤差は10~20%の間となる報告⁴⁾がある(なお、この報告はちりとり型金網についてのものだが、同一の面積から水生昆虫を採取する点においてサーバーネットと条件は同じであり本研究にも適用できると判断した)。また過去に田茂木川において同地点で採取した2サンプルの群集類似度を求めたところ、高い類似度を示した。以上の理由により指標を用いて考察を行う場合1回の採取回数でも十分と判断した。

水生昆虫の採取方法は次のとおりである。まず、コードラードの枠内にある石や砂を手でくい上げ、水流を利用してネットの中に水生昆虫を流し込んだ。次に、水を入れたバットの中にネット内の小石や砂を移し替え、標本はピンセットを用いてプラスチック容器に入れ、80%エタノール溶液で固定し研究室に持ち帰った。また、石礫に固着した水生昆虫は、石礫表面から直接ピンセットを用いて採取した。水生昆虫は実験室で実体顕微鏡を用いて出来る限り種まで同定し、種別ごとに個体数を計数した。ただし、属、科までしか同定しなかったものもある。同定は、川合⁵⁾、津田⁶⁾および上野⁷⁾に従って行った。なお、サイズが微小すぎるものは同定が困難なため採取する時点で川に戻した。また同定が不可能なサンプルもあったが個体数は全調査を通して10匹程度であり、それらは評価対象としなかった。流量は、川幅1m間隔で、水深と小型微流速計を用いた1点法による流速の測定を行い算出した。

3. 調査結果

3.1 水質について

各地点での水質および環境条件の全測定値を表3.1に示す。なお、表中の網掛けは定量下限値以下³⁾を表しているが参考として表記した。また、水深と流速は水生昆虫採取地点の測定値であるため、ばらつきがある。SSはSt.1とSt.2で比較的高い値を示す場合があるが、最下流部のSt.6で最も値が大きくなる傾向にあった。DOは飽和状態にあるが過飽和といえるほどの値ではなかった。窒素については、アンモニア態窒素と亜硝酸態窒素は、そのほとんどが測定下限値を下回り、有機態および硝酸態窒素が大半を占めた。また、T-Nが0.26~1.10mg/l、TOCが0.49~1.77mg/l、T-Pが0.044mg/l以下であることより、田茂木川は汚濁の少ない河川と言えるが、中流以降では農地の肥料成分や家庭排水等の流入により汚濁がやや進行する傾向にあった。また、2月に設置したSt.0においてTOC、有機態窒素、硝酸態窒素、全窒素の値がSt.1より高くなった。不溶解性の有機物については、その流下が砂防ダムにより遮断され、沈殿することによると推測される。図3.1は負荷量の変化について2月を例とした場合を示しており、St.1での値を1とした相対量で示した。T-N、TOCは砂防ダムの影響により

St.1 で負荷量が減少したが、St.3 以降より徐々に負荷量が増加し、中流以降の農業排水や生活排水の流入により、St.5 では T-N が約 13 倍、TOC が約 7 倍になった。

表 3.1 各地点での水質および環境条件

	St.0	St. 1	St. 2	St. 3	St. 4	St. 5		St.0	St. 1	St. 2	St. 3	St. 4	St. 5
気温(°C)	5月	20.6	17.7	18.0	20.1	20.0	TOC(mg/l)	5月	0.61	0.80	0.87	1.13	1.77
	8月	30.8	29.3	30.0	22.4	22.2		8月	0.60	0.62	0.72	1.03	1.64
	11月	13.0	11.2	10.8	14.3	15.4		11月	0.58	0.49	0.73	0.92	0.86
	2月	4.0	4.5	4.0	5.0	4.3		2月	1.25	1.07	0.77	1.15	1.18
水温(°C)	5月	12.4	12.9	13.9	14.4	14.0	NH ₄ ⁺ -N(mg/l)	5月	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
	8月	19.0	20.7	20.0	18.4	19.0		8月	0.02	0.04	0.02	0.02	0.05
	11月	10.1	10.1	10.1	10.9	11.2		11月	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
	2月	4.0	4.8	5.1	5.0	6.0		2月	0.05	0.05	0.04	0.05	0.05
水深(cm)	5月	21	15	27	22	15	NO ₂ ⁻ -N(mg/l)	5月	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	8月	23	23	15	27	13		8月	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01
	11月	15	19	11	10	16		11月	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	2月	16	13	16	14	18		2月	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
流速(m/s)	5月	0.22	0.28	0.22	1.02	0.19	NO ₃ ⁻ -N(mg/l)	5月	0.20	0.19	0.24	0.42	0.55
	8月	0.33	0.31	0.56	0.49	1.26		8月	0.16	0.17	0.21	0.38	0.49
	11月	0.07	0.13	0.17	0.17	0.42		11月	0.19	0.19	0.24	0.36	0.56
	2月	0.43	0.12	0.76	0.30	0.09		2月	0.21	0.18	0.24	0.29	0.32
流量(m ³ /s)	5月	0.09	0.18	0.19	0.47	0.63	Org-N(mg/l)	5月	0.05	0.11	0.11	0.04	0.38
	8月	0.12	0.14	0.14	0.22	0.24		8月	0.17	0.15	0.15	0.18	0.29
	11月	0.13	0.18	0.20	0.31	0.49		11月	0.41	0.31	0.31	0.41	0.32
	2月	0.11	0.09	0.09	0.19	0.20		2月	0.33	0.15	0.10	0.13	0.18
pH	5月	7.7	7.8	7.9	7.8	7.7	T-N(mg/l)	5月	0.26	0.31	0.36	0.48	0.95
	8月	7.7	7.8	7.8	7.7	7.4		8月	0.36	0.36	0.38	0.59	0.83
	11月	7.6	7.7	7.7	7.7	7.7		11月	0.61	0.52	0.57	0.79	0.91
	2月	7.8	7.8	7.8	7.9	7.2		2月	0.59	0.38	0.38	0.48	0.55
DO(mg/l)	5月	10.0	10.1	9.7	9.7	9.3	PO ₄ -P(mg/l)	5月	0.007	0.008	0.012	0.015	0.024
	8月	9.4	8.8	8.8	9.6	9.2		8月	0.009	0.014	0.016	0.004	0.018
	11月	10.2	10.8	10.6	11.2	11.3		11月	0.005	0.005	0.006	0.011	0.012
	2月	11.9	13.0	12.5	12.7	13.2		2月	0.000	0.001	0.003	0.004	0.003
SS(mg/l)	5月	0.2	0.2	0.4	0.8	1.4	T-P(mg/l)	5月	0.010	0.012	0.016	0.023	0.042
	8月	1.6	1.6	0.8	2.8	3.8		8月	0.037	0.044	0.029	0.028	0.044
	11月	1.0	0.4	0.4	1.0	0.4		11月	0.012	0.014	0.033	0.025	0.020
	2月	0.2	1.4	0.4	1.0	0.6		2月	0.000	0.006	0.010	0.014	0.007

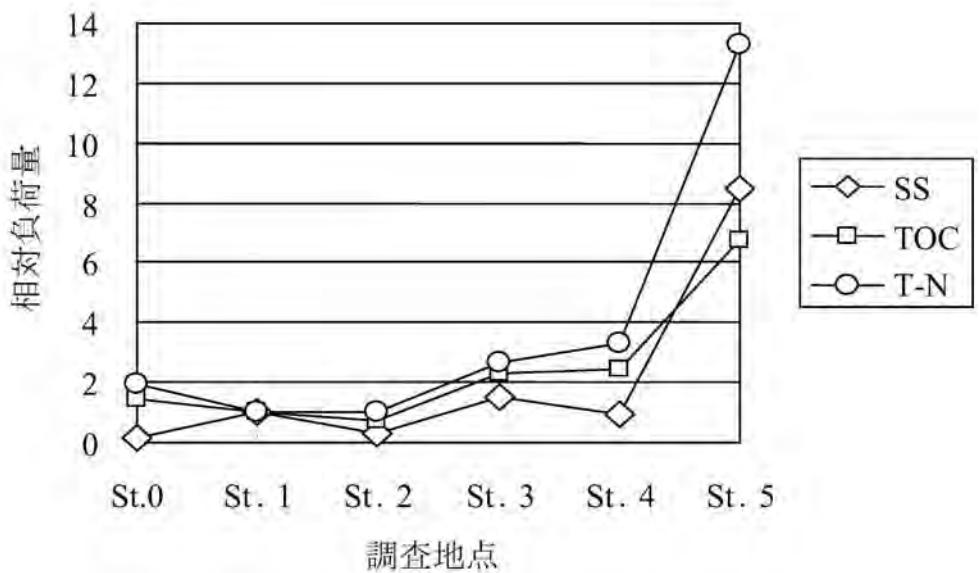


図 3.1 負荷量の変化

3.2 水生昆虫について

表3.2に各調査時期での各調査地点における水生昆虫の個体数と種数をそれぞれ示す。また、全調査をとおして各調査地点で採取された水生昆虫種とその個体数、種数をまとめたものを表3.3に示す。個体数については、 $0.25m \times 0.25m$ 当りに換算した値である。表中に小数点以下を伴う値があるが、これは5月の調査のみ $0.5m \times 0.5m$ のサーバーネットを用いて水生昆虫の採取を行ったため、他の調査時期と同一の面積当たりの値で比較するため値を4分の1にしたことによる。年間を通して出現した個体数は7242.75匹、種数は84種であった(表3.3)。5月の種数が比較的多くなつたのは、春から夏にかけて羽化する水生昆虫がまだ羽化前の為と考えられる。個体数については、St.0～St.2、St.5で値が高く、St.3とSt.4では低くなる傾向にあった。砂防ダムより上流に位置し改修工事が施されていないSt.0は、2月のデータのみではあるが、他の調査時期での各調査地点における種数と比較しても36種と2番目に値が高く、様々な水生昆虫が生息していた。また、コカゲロウ属、フタマタマダラカゲロウ、ミツトゲマダラカゲロウ等の蜉蝣目、マルツツトビケラの毛翅目、ユスリカ科の双翅目が優占種であった。砂防ダムより約120m下流のSt.1では、蜉蝣目も多く出現するが、マルツツトビケラの個体数はそれ以上に著しく多くなつた。St.2では、マルツツトビケラ、コカゲロウ属、フタマタマダラカゲロウ、ミツトゲマダラカゲロウ等の蜉蝣目が優占的であり、St.3ではユスリカ科、蜉蝣目、St.4ではコカゲロウ属、ヤマトビケラ属の個体数が多くなつた。また、家庭排水等が流入するSt.5では、コカゲロウ属、ウルマーシマトビケラ、コガタシマトビケラ等の耐汚濁種⁸⁾の個体数が高くなつた。なお、ユスリカ科の個体数は田茂木川全域において高いが、St.1でのみ値が低くなる傾向にあった。

図3.2に各調査時期での各地点における優占種の存在率の流下とともに変化を示す。存在率は、それぞれの種の個体数を各調査地点の総個体数で除して求めた。St.0では、ユスリカ科が第1優占種となつたが、その存在率は約30%とあまり高くなかった。St.1では8月を除くと、マルツツトビケラの存在率が非常に高くなつた。St.2～4にかけては、マルツツトビケラの存在率が徐々に低下し、5月はSt.2～4でフタマタマダラカゲロウ、11月はSt.4でウルマーシマトビケラ、2月はユスリカ科が第1

表3.2 各調査地点における水生昆虫の個体数と種数

		St.0	St.1	St.2	St.3	St.4	St.5	Total
個体数	5月		293.75	192	96.75	77.25	87	746.75
	8月		290	93	147	323	595	1448
	11月		293	140	95	109	346	983
	2月	554	1880	800	312	135	384	4065
	平均	554	689	306	163	161	353	1811
種数	5月		34	37	34	29	31	56
	8月		25	18	23	23	16	42
	11月		17	15	15	22	25	34
	2月	36	26	29	23	18	25	61
	平均	36	25.5	24.75	23.75	23	24.25	48.25

優占種となった。8月は、St.1でコカケロウ属が、St.2～4にかけてはエルモンヒラタカゲロウとヤマトビケラ属の存在率が高くなった。St.5では、コカゲロウ属が年間を通しての第1優占種となった。

表3.3 (1) 水生昆虫種とその個体数

		St.0	St.1	St.2	St.3	St.4	St.5	Total
Ephemeroptera	蜉蝣目							
Ephemerella strigata	モンカケロウ		0.5			1		1.5
Ephemerella japonica	フタシジモンカケロウ	2	8	7.75	3	9.25	1.5	31.5
Paraleptophlebia sp.	トビイロカケロウ属	1	15	13.25	6.75	8.25	1.75	46
Baetiella sp.	フタバカケロウ属	1	6.5	2.5	1.75	9	13.75	34.5
Baetis sp.	コカケロウ属	64	129.25	88.25	39.25	115.75	443.25	879.75
Ephemerella basalis	オオマダラカケロウ	2	3.75	7	3	4.75	0.25	20.75
Ephemerella bifurcata	フタマタマダラカケロウ	64	34.25	184	71.25	17	23.75	394.25
Ephemerella trispina	ミツケマダラカケロウ	34	44.75	134.5	38	5.5	1	257.75
Ephemerella bicornis	フタコブマダラカケロウ		6.5	11	6	1	3.5	28
Ephemerella rufa	アカマダラカケロウ	10	29.25	18.75	42.5	24.5	95.25	220.25
Ephemerella nigra	クロマダラカケロウ	8	37.25	31	4.25	6	5	91.5
Ephemerella chinoi	チノマダラカケロウ					1.25		1.25
Ephemerella setigera	クシケマダラカケロウ	1	6	2	9	4		22
Ephemerella tshernovae	チエルノハマダラカケロウ		1					1
Epeorus curvatus	ユミモンヒラタカケロウ	3	3	0.5	1.25	1.5	8.25	17.5
Epeorus latifolium	エルモンヒラタカケロウ	11	33.5	38.25	64.5	41.5	51.25	240
Epeorus ikanonis	ナミヒラタカケロウ	1	9	9.5	2.25	7.5	57.25	86.5
Epeorus aesculus	キイロヒラタカケロウ	5	2					7
Epeorus napaeus	タニヒラタカケラロウ	0	2.5					2.5
Epeorus uenoi	ウエノヒラタカケロウ				1		1	2
Ecdyonurus yosidae	シロタニガワカケロウ					1		1
Ecdyonurus tobbironis	クロタニガワカケロウ		1					1
Cinygma sp.	ミヤマタニガワカケロウ属		5	5	2	7	4.25	23.25
Plecoptera	せき翅目							
Amphinemura sp.	フサオナシカワケラ属		12	3.25	3		2	20.25
Protoneuria sp.	ユビオナシカワケラ属	1		1		1		3
Nemoura	オナシカワケラ属	2	2	2	1		1	8
Capniidae	クロカワケラ科	1						1
Taeniopterygidae	ミジカオカワケラ科	3		1				4
Stavsolus japonicus	ヤマトアミメカワケラモドキ	4	7	1	0.25	4.25		16.5
Megarcys	オオアミメカワケラ				1			1
Kammimuria tibialis	カミムラカワケラ		4	0.25		8		12.25
Kammimuria quadrata	クロヒケカミムラカワケラ		3.5	3				6.5
Acroneuria stigmatica	モンカワケラ		1					1
Neoperla	フツメカワケラ属		1		0.25			1.25
Caroperla	キヘリオスエダカワケラ		1					1
Haploperla japonica	ヤマチビミトリカワケラ		3.5	3.5	1.5	2.25	8.25	19
Isoperla nipponica	フタシジミトリカワケラモドキ	5	7	12	5			29
Isoperla aizuana	アイスマトリカワケラモドキ					6		6
Isoperla debilis	ホソミトリカワケラモドキ				1		0.25	1.25
Megaloptera	広翅目							
Protohermes grandis	ヘビトンボ		2	2	2.75		3.75	10.5
Parachauliodes continentalis	クロシジヘビトンボ					1		1

表 3.3 (2) 水生昆虫種とその個体数

Odonata Davidius	蜻蛉目 タビトサナエ		0.25	1	1.25	2.5
Trichoptera	毛翅目					
Hydropsyche ulmeri	ウルマ・シマトビケラ	22	44.5	38.25	15.5	57.25
Hydropsychodes brevilinea	コガ・タシマトビケラ		0.25	5		152.5
Hydropsyche sp. HC	シマトビケラ属 HC			0.25	2	2.25
Stenopsyche griseipennis	ヒケナガカワトビケラ	2	42.25	13.25	5.25	10
Stenopsyche sauteri	チャバ・ネヒケナガカワトビケラ			1	9	10.25
Rhyacophila sp. RA	ナガレトビケラ属 RA				0.25	0.25
Rhyacophila sp. RD	ナガレトビケラ属 RD		0.25	2.5		2.75
Rhyacophila yamanakensis	ヤマナカナガレトビケラ		1.25	1	2.5	
Rhyacophila articulata	トワダ・ナガレトビケラ	1	1	1.5		3.5
Rhyacophila clemens	クレメンスナガレトビケラ	1	0.25	1		2.25
Rhyacophila nigrocephala	ムナグ・ロナガレトビケラ	3	39.5	8.75	19.5	7
Rhyacophila kawamurai	カワムラナガレトビケラ			2	1.25	
Rhyacophila brevicephala	ヒロアタマナガレトビケラ		1.25	1.75	0.75	0.25
Rhyacophila shikotsuensis	シコツナガレトビケラ		1		1	
Rhyacophila transquilla	トランスクイナガレトビケラ	7	17	1	2	
Apsilochorema sutchanum	ツメナガナガレトビケラ			2		2
Rhyacophila bilobata	ニワナガレトビケラ	1				1
Apatania sp.	コエグリトビケラ属				2	2
Neophylax japonicus	ニッポン・アツバ・エグリトビケラ		21.75	6.25	6.5	7.5
Goera japonica	ニンキ・ヨウトビケラ			2	1	2
Neoseverinia crassicornis	オオカクツツビケラ		0.25	0.25		
Goerdes japonicus	コカクツツビケラ		1	2.5	12.25	1.25
Micrasema quadriloba	マルツツビケラ	124	2108	442.5	26	5.75
Limnocentropus insolitus	キタガ・ミトビケラ		5	1	8.25	2
Tinodes higashiyamana	ヒガシヤマクダトビケラ		1		2	
Glossosoma sp.	ヤマトビケラ属		9	20.25	21	128.25
Polycentropodidae	イワトビケラ科			2		28.75
Nothopsyche sp.	トビ・イロトビケラ属				1	1
Diptera	双翅目					
Ceratopogonidae	ヌカ科	1		3	11.25	3
Chironomidae	ユスリカ科	155	27.5	54.25	156.75	64.25
Rhagionidae	シキ・アブ科		0.5			0.5
Tabanidae	アブ科			0.25		0.25
Atherix ibis	ハマダラナガレアブ	1		1	1	
Atherix basilica	ミヤマナガレアブ				1	
Simuliidae	フユ科	5		1	0.25	4
Antocha sp.	ガ・カンボ・科 Antocha属	5	8	30	42.5	35.25
Eriocera sp.	ガ・カンボ・科 Eriocera属	1	0.5	5	2.25	6
Tipula sp.	ガ・カンボ・科 Tipula属	1	1	0.25		1.25
Coleoptera	情翅目					
Dytiscidae	ゲンコロウ科		0.75	0.5		0.5
Helodidae	マルハナミ科	1				1
Elmidae	ヒメ・ロムシ科			0.75	1.25	0.25
Elmis sp.	水生アシナガドロムシ科				1.5	3.75
	個体数	554	2756.8	1225	650.75	644.25
	種数	36	56	54	52	44
					46	46
						84

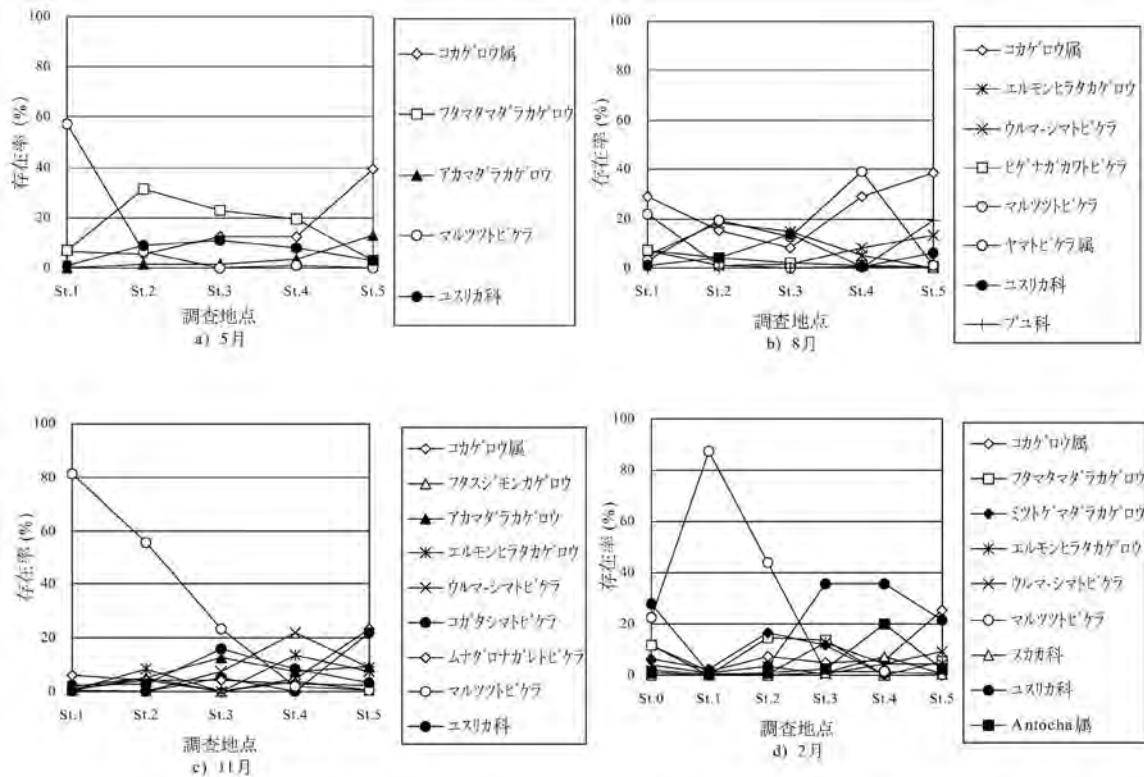


表 3.2 流下および季節変化にともなう優占種の存在率変化

4. 考察

4.1 改修工事終了後の水生昆虫相について

(1) 多様性

各地点での水生昆虫の多様性を調べるために各調査時期での各調査地点における Shannon の多様性指数 DI(N) を表 4.1 に示す。DI(N) は、次式⁹⁾を用いて算出した。

$$DI(N) = - \sum \left(\frac{n_i}{N} \right) \log_2 \left(\frac{n_i}{N} \right) \quad (4.1)$$

n_i, N : 個々の種の個体数, 総個体数

表 4.1 各調査地点における DI(N) の季節変化

	St.0	St.1	St.2	St.3	St.4	St.5
5月		2.70	3.86	3.87	3.95	3.37
8月		3.45	3.58	3.77	2.80	2.73
11月		1.41	2.63	3.39	4.06	3.52
2月	3.30	1.05	2.71	3.01	3.12	3.40
平均	3.3	2.15	3.20	3.51	3.48	3.25

平均値を見ると St.1 の DI は他の調査地点と比較して低くなつた。これは図 3.2 に示したように St.1 におけるマルツツトビケラの存在率が非常に高い値となつたためである。一方、St.3 と St.4 の DI は高い値を示すが、8 月は St.4 の値が 2.80 と低く、逆に St.1 の値が 3.45 と高くなつた。これは、St.4 でコカゲロウ属とヤマトビケラ属の 2 種の存在率が合計して約 70 % と高い値になつたことと、St.1 で 8 月のマルツツトビケラの存在率が他の月よりも低いことによる。マルツツトビケラの存在率が低下するのは、羽化によるものと推測される。つまりこの時期

はマルツツトビケラが幼虫として河川に生息する時期ではないため、それが生息しない分、高い DI になったといえる。のことより St.1 の DI はマルツツトビケラの存在率に依存するところが大きいと考えられる。また、2 月において自然状態の St.0 と砂防ダム下流の St.1 とを比較すると DI は著しく低い値となつた。これらのことより、St.1 は他の調査地点と比較した場合、多様性が十分に回復していないことが分かつた。一方、St.2~4 では、自然河川の St.0 や未工事区間の St.5 と比較しても大きな差がないことより、水生昆虫相の多様性が回復していると言える。

(2) 群集類似度

表 4.2 に群集類似度指数 ($C\lambda$) を示す。群衆類似度は値が 1 に近づくと両地点の水生昆虫群の構成がよく類似していることを表す。群集類似度指数 ($C\lambda$) は次式^{10), 11)} を用いて算出した。

$$C\lambda(N) = \frac{2 \sum_{i=1}^{n_i} n_{1i} n_{2i}}{(\lambda_1 + \lambda_2) N_1 N_2}$$

$$\lambda_1 = \frac{\sum_{i=1}^{n_i} n_{1i} (n_{1i} - 1)}{N_1 (N_1 - 1)} \quad \lambda_2 = \frac{\sum_{i=1}^{n_i} n_{2i} (n_{2i} - 1)}{N_2 (N_2 - 1)} \quad (4.2)$$

N_1, N_2 : 地点 1, 2 の標本の総個体数

n_{1i}, n_{2i} : 地点 1, 2 における種 i の個体数

2 月に注目し、自然河川の St.0 を他の地点と比較すると St.1 との類似度は低く、その他の調査地点との類似度は高くなつた。これは、St.1 の水生昆虫相が自然河川の状態まで回復していないことを示唆している。また、St.1 は、8 月以外の月において St.3~St.4 との類似度が低くなつた。8 月以外で

表 4.2 各 St. における群集類似度指数 ($C\lambda$)

5月	St.1	St.2	St.3	St.4	St.5
St.1		0.31	0.15	0.16	0.12
St.2			0.90	0.81	0.62
St.3				0.83	0.50
St.4					0.52
St.5					

8月	St.1	St.2	St.3	St.4	St.5
St.1		0.54	0.42	0.55	0.67
St.2			0.92	0.72	0.06
St.3				0.52	0.28
St.4					0.55
St.5					

11月	St.1	St.2	St.3	St.4	St.5
St.1		0.92	0.50	0.06	0.03
St.2			0.66	0.18	0.05
St.3				0.51	0.30
St.4					0.49
St.5					

2月	St.0	St.1	St.2	St.3	St.4	St.5
St.0		0.44	0.71	0.79	0.68	0.69
St.1			0.77	0.04	0.04	0.10
St.2				0.06	0.13	0.21
St.3					0.80	0.68
St.4						0.67
St.5						

は、St.1 でマルツツトビケラの存在率が高くなり、この影響により類似度が低くなったと考えられる。11月に St.1 と St.2 の類似度が高い値となったが、これは St.2 のマルツツトビケラの存在率が St.1 同様に高くなつたためである。羽化前の個体数および種数が最も豊富な2月を見てみると St.2 と St.3 の類似度が 0.06 と非常に低くなつた場合もあるが、中流域の St.3～St.5 にかけての隣り合つた調査地点の類似度は、高くなる傾向にある。

(3) 生活型による河床状態の評価

水生昆虫種を御勢¹²⁾に従つて5タイプの生活型に分類し、それらの存在率の流下方向における変化を図4.1に示す。存在率は、それぞれの生活型の個体数を各調査地点の総個体数で除して求めた。St.1 ではマルツツトビケラに代表される携巣型の存在率が高く、St.2 と St.3 では、マダラカゲロウ科やヒラタカゲロウ科等に代表される匍匐型の水生昆虫の存在率が高くなつた。匍匐型の水生昆虫は、河床の石礫の間を這つて生活している種である。図2.2に示した

様に St.2 と St.3 の河床は大小多数の浮石、沈み石で構成されていることより、匍匐型の水生昆虫の生息に適した環境であると言える。匍匐型には、上記の2科の他に、せき翅目、ヘビトンボ、ナガレトビケラ科等の水生昆虫群を構成する上で代表的な種が多いことから、水生昆虫相の多様性や群集構成は、河床状態に依存するところも大きいと考えられる。これに対し St.1 は、水質、水温、流速、水深等の環境条件は St.2 や St.3 と大きな差が見られないが、携巣型の存在率が高く、多様性も低かった。これは、St.2 や St.3 の河床が大小多数の浮石や沈み石で構成されていることに対し、St.1 の河床は、床固めが施され、頭大の浮石により構成されていることより、St.2 や St.3 に比べ匍匐型が生息しにくい環境にあるためと考えられる。このことから、St.1 のような河床状態の場合、水生昆虫の多様性が回復しにくいことが推測される。

る。これは、砂防ダムの影響や河道が直線的であることにより砂、泥等が比較的堆積しにくいことに起因すると考えられる。

また、図4.1d)に注目すると、砂防ダムをはさんでユスリカ科に代表される掘潜型の割合が急激に低下した。掘潜型の水生昆虫は、河床の砂や泥の中で生活するタイプであり、田茂木川の砂防ダム以降の上流から中流域は、それらの種が住みにくい環境であると言え

(4) 河川改修工事終了後の経過年数の影響

図4.2に河川改修工事終了からの経過年数に対する年間のDIの平均を示す。工事終了後からの経過年数

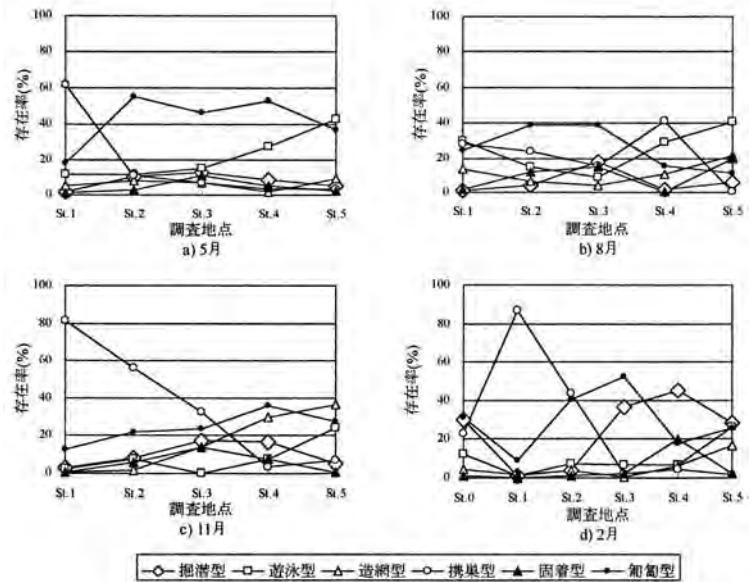


図4.1 存在率の季節変化とともに流下方向における変化

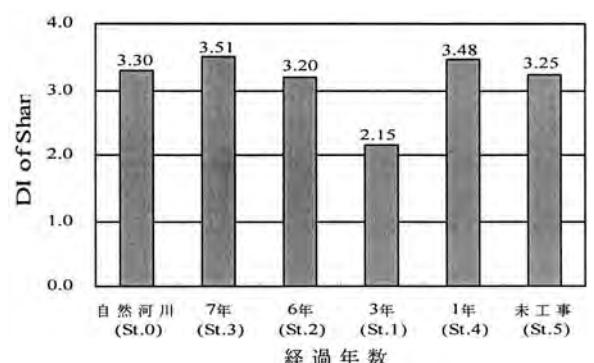


図4.2 河川工事終了からの経過年数に対するDI

が長い St.2 と St.3 では DI が高く、水生昆虫相が回復していることが推測される。一方、経過年数が 1 年と短い St.4 の DI が高いのに対して、経過年数 3 年の St.1 の DI は低い。著者ら¹²⁾は、河川改修工事により河床が攪乱された場合、上流からの生物種の補充により、その生物相の回復が洪水の場合より予想以上に早いことを示した。このことから、St.4 の DI が高い値を示した理由としては、水生昆虫相が回復したと考えられる St.2 と St.3 や支流から水生昆虫種が供給されたことと河床が拳大の浮石、沈み石より構成され水生昆虫が生息するのに適した環境であったことが挙げられる。また、砂防ダム上流の St.0 と St.1 を比較すると、DI が St.0 の 3.30 に対して 1.05、群集類似度 (C λ) が 0.44 と低いことからも、St.0 と St.1 が砂防ダムで分断されることにより水生昆虫種や、河床を構成する石礫、砂等の供給が抑制され、St.1 では改修工事から 3 年経過した現在でも水生昆虫の多様性が低く、その回復が完全ではないことが分かった。

4.2 過去の報告との比較

(1) '93 年度と'99 年度の共通調査地点の環境

1993 年 8 月から 1994 年 9 月にかけて著者ら¹³⁾は田茂木川の調査を行い、河川改修工事直後の底生動物相について報告した。現在の St.1、St.4 は、'93、'94 年(以後'93 年度とする)においては未工事区間であったが、現在と共に調査地点である当時の St.3(現 St.2)は完全には工事が終了しておらず、St.3 上流部においては工事がなされていた。St.5(現 St.3)は既に改修工事は終了していた。この 2 点について同一の調査時期である 8 月、11 月('93 年度は 10 月)、2 月についての比較を行った。図 4.3 にこの 2 点の'93 年度と'99 年度の環境要因の比較を示す。なお、以後は現在の調査地点である St.2 と St.3 に調査地点名を統一する。写真 4.1 に St.3 付近の'93 年度と'99 年度の 8 月の調査時における河川改修工事後の状況を示した。6 年間経過し落差工等による河床勾配の変化によって河床に土砂の堆積が起りそれにともなって葦等の繁茂が見られた。各調査時の St.2 と St.3 における、水生昆虫採取場

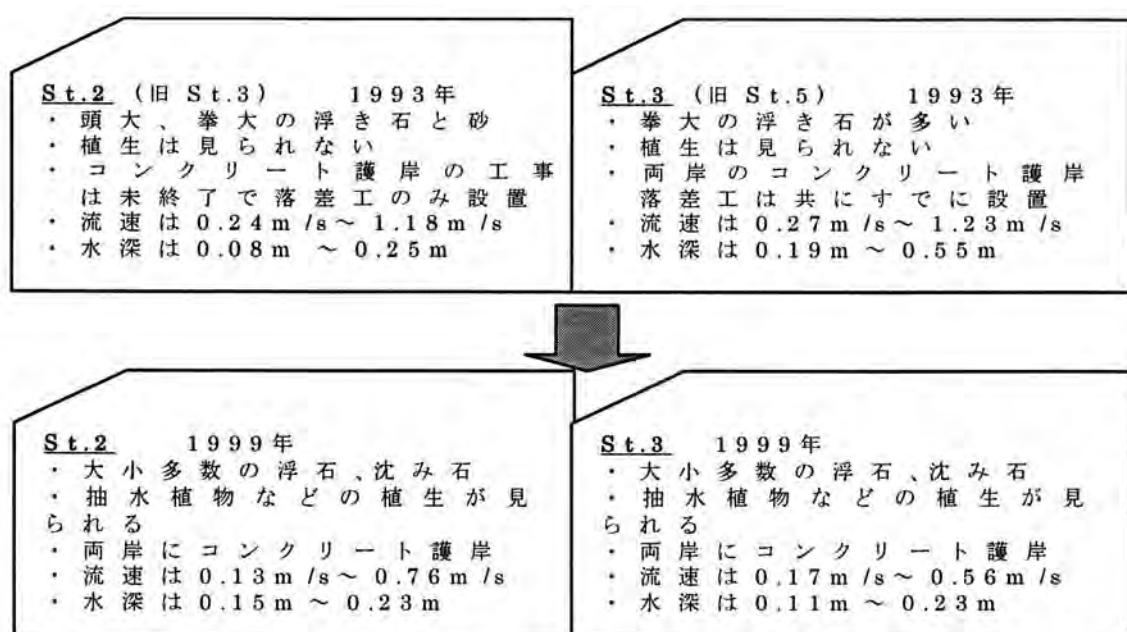


図 4.3 '93 および'99 調査時の St.2 および St.3 の環境要因

所の河床状態には大きな差はなかった。しかし、'93年度はSt.2上流部においてまだ改修工事が終了しておらず土砂等抽水植物が自生しており、'93年度調査時にはこのような状態は観察されず、過去と現在の植物生息環境の濁水による砂の堆積が見られた。一方、'99年度調査時におけるSt.3付近には小さな堆砂が形成され、状態に違いが見られた。なお、'93年度には、水質の分析は行わなかった。

(2) '93年度と'99年度多様性の比較

図4.4に、'93年度と'99年度のShannonの多様性指数DI(N)の比較を示す。11月のSt.2以外は、'99年度のDIが'93年度よりも高くなつた。これは、'93年度と'99年度での採取地点の河床状態は類似しているが、St.2は工事が未終了であり、St.2とSt.3付近には現在のように抽水植物が自生していなかつたことが影響していると考えられる。このことから、河川のある区間に小規模な堆砂が生じ、抽水植物が自生すると、その区間で生息する水生昆虫群の多様性指数は高くなると推測される。

(3) '93年度と'99年度における水生昆虫相の類似度

表4.3に正宗のpercentage of affinity(PA)を用いた'93年度と'99年度の水生昆虫種の類似度について示す。正宗のpercentage of affinity(PA)は値が1に近づくと両地点の水生昆虫種がよく類似していることを表す。また、図4.5に'93年度と'99年度の水生昆虫を生活型で分類し、それらの存在率の比較をレーダーにして示した。なお、上記で用いた群集類似度指数は、この場合サーバーネットの大きさ等の採取条件の違いが個体数に影響を与えるため用いなかつた。正宗のpercentage of affinity(PA)は、次式¹⁴⁾を用いて算出した。

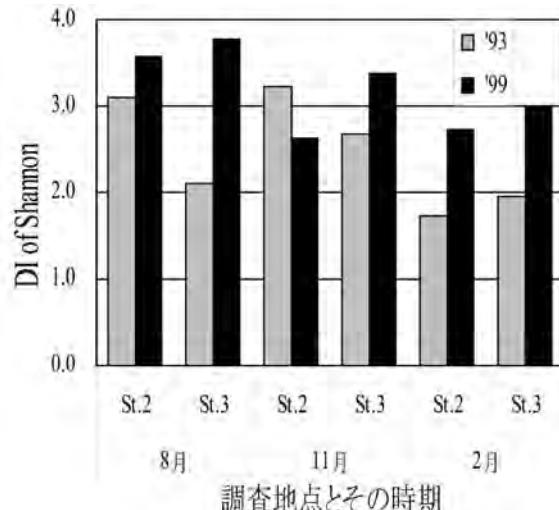


図4.4 '93と'99のDI(N)の比較

表4.3 正宗のPAを用いたSt.2とSt.3における'93と'99の類似度

		8月		1999	
		St.2	St.3	St.2	St.3
1993	St.2	0.6			
	St.3			0.5	
		2月			
		St.2	St.3	St.2	St.3
1993	St.2	0.2			
	St.3			0.2	
		2月			
		St.2	St.3	St.2	St.3
1993	St.2	0.2			
	St.3			0.1	

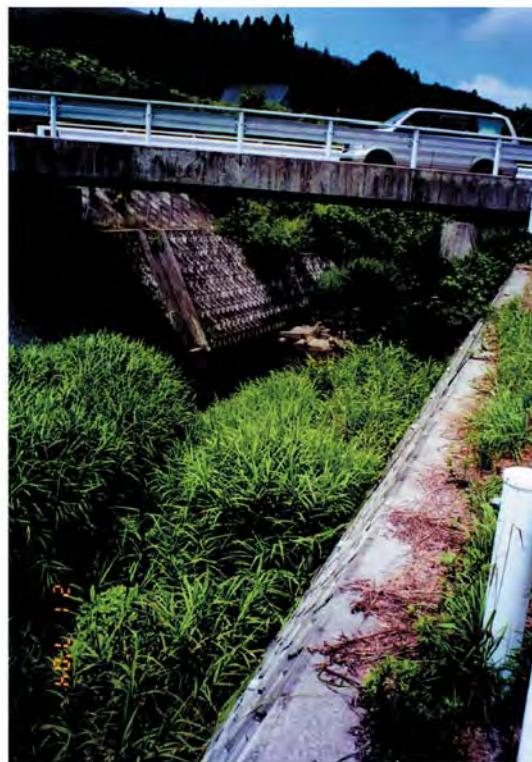
$$PA = \frac{1}{2} \left(\frac{c}{a} + \frac{c}{b} \right) \quad (4.3)$$

a, b : 両地域の種数, *c* : 共通種数

PAは、平均で0.3、最高でも0.6とあまり高くならなかつた。筆者らの報告で比較的短期間で回復したとされるSt.2とSt.3だが、'93年度と約6年経過した'99年度を比較すると異なる水生昆虫相に遷移したと考えられる。次に、生活型に注目すると、St.2において'93年度は遊泳型、掘潜型の存在率



St.3における'93年度調査地点（改修工事3年後）



St.3における'99年度調査地点（改修工事9年後）

写真 4.1 '93 年度と'99 年度調査時における河川改修工事後の田茂木川 (St.3)

が高いのに対し、'99 年度は携巣型と匍匐型の存在率が高くなつた。また、St.3 でも'93 年度は、2 月に匍匐型の割合がやや高いが、St.2 と同様に遊泳型の存在率が高いのに対し、'99 年度では St.2 と同様に携巣型と匍匐型の存在率が高い。匍匐型の存在率が河床状態に左右されることは上記のとおりだが、'93 年度と'99 年度では河床状態の違いがこのような生物相の違いあらわれたと考えられる。'93 調査時に上流地点におけるか河川改修工事による濁水や土砂などが河床に堆積し、遊泳型と掘潜型のコカゲロウ属とユスリカ科が優先したと考えられる。また、'99 年度調査時には、工事後の経過年数による河床の安定により、携巣型と匍匐型の存在率が高くなつたと考えられる。

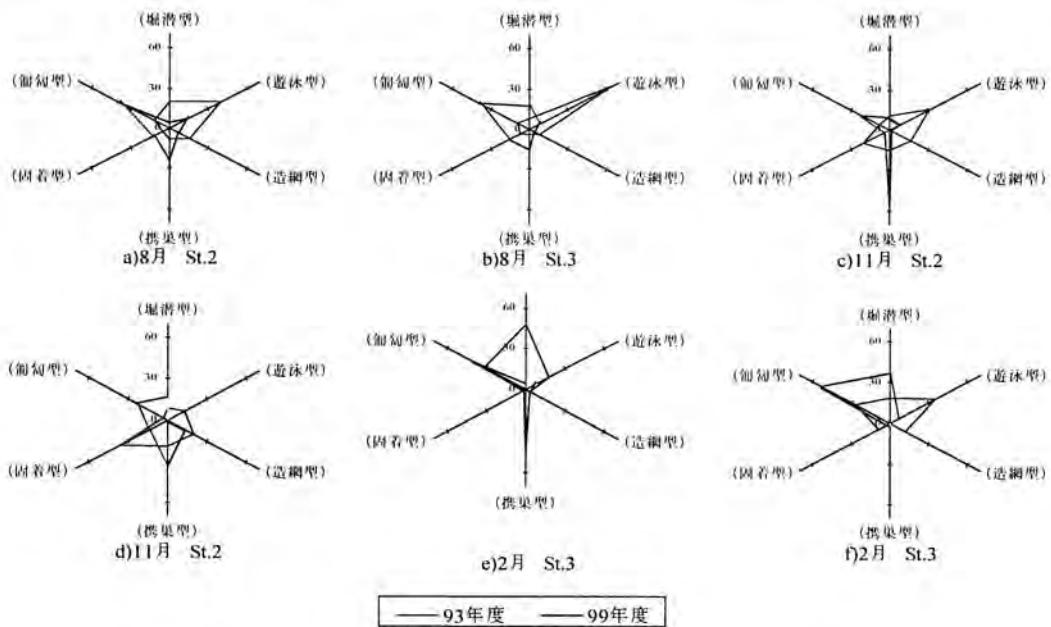


図 4.5 St.2 および St.3 における'93 と'99 の生活型依存率の比較

4.3まとめ

以上の調査から得られた結果を要約し以下に示す。

- 1) 上流部に砂防ダムを有し、その下流部で改修工事が施された河川の水環境全体を評価すると、上流や支流から小石や砂等の河床材料が次第に供給される中流部では小規模の堆砂の形成やそれにともなう抽水植物の自生がみられ、水生昆虫相の多様性が比較的速やかに回復し、砂防ダム上流部の自然河川との類似性も増すことが分かった。しかしながら、砂防ダム直下では、河床材料の供給や堆積が乏しく、携巣型のマルツツトビケラが大量に出現し、水生昆虫相の偏りがみられ、多様性や他の地点との類似性は低かった。
- 2) 河川改修工事後の経過年数が経るほど水生昆虫の多様性指数は上昇する傾向が見られ、水生昆虫の生物相も遷移した。また、河川中流域においては水生昆虫相の類似性が高かった。これは、改修工事自体による土砂の流出にともなう河床への土砂堆積の影響、落差工設置による河床勾配の変化、経過年数による河床の安定と抽水植物等の植生が影響を与えていていると考えられる。

5. 河川改修工事の地元住民に対する影響評価

5.1 調査の目的

これまで、多くの河川において河川改修工事が行われているが、地域住民を対象とした工事後における影響評価として水質、水生生物そして親水性等の事後評価を検討した例は少なかった。

そこで、本調査は河川改修された田茂木川を対象として、岩手県室根村田茂木地区の地域住民の工事前後における河川に対する意識について明らかにすることを目的とするものである。

調査は田茂木川が貫流している、岩手県室根村田茂木地区の地域住民を対象に、アンケートにより、土砂災害、河川利用動態、河川改修整備前後の評価等に関する意識調査を行う。

なお、本調査実施に向けての基礎資料を得る目的で、事前に数名の田茂木地区住民に対するヒアリング調査を行うこととした。

5.2 ヒアリング調査について

5.2.1 調査の概要

ヒアリング調査は、平成年8月23日に田茂木地区の自治会長、行政連絡員、商店主2人の計4人(男性3人・女性1人)に対し訪問による直接面接方式によって行った。

ヒアリングの内容は、過去の災害、河川および周辺の利用状況や環境、その他田茂木川に対して普段感じていることを自由に話してもらった。

5.2.2 結果および考察

ヒアリング調査によって、出された内容を1, 土砂災害、2, 河川および周辺環境、3, その他に分類して以下に示す。

(1) 土砂災害について

「昭和40年以前は、台風来襲時等の大雨でもなければ、洪水、転石や護岸破壊などは起こらなかつた。それが、室根山に牧場ができ、その後、砂防ダムが完成するまでの間は、雨が降ると増水し大きな石が音を立てて流れてきて、とても恐ろしかつた。」

「昭和40年代当時、魚の養殖をしていたが、雨が降るとすぐに増水し取水口に土砂が堆積し、大いに困つた。」

「砂防ダム完成前は数年に1度、洪水が起り周辺農地に被害をもたらした。ダム完成後は、平成2年の台風による被害を受けるまで、記憶に残るような災害はほとんどなかつた。」

「平成2年の台風では、護岸が削られたり土砂が周辺の農地に堆積したことから、河川改修の必要性を感じた。」

(2) 河川および周辺環境について

「昔は、直接川に入ったり釣りをして遊んでいたが、今は魚影が見えず、魚が居るのかどうか分からぬ。」

「現在、学校が川で遊ばないように指導しているようで、子供が、川で遊ぶ姿をほとんど見かけない。」

「漁協で毎年、ヤマメ、イワナを放流しているが、河川改修で流路が直線上になったことから、魚が休んだり、産卵したりするよどみや浅瀬等が無くなつた。」

「護岸がコンクリートで固められてしまい、周辺の自然風景と合わない。」

「川に接している田が減反によって荒れ地となつていて。」

「砂防公園が設置されているが、ほとんど利用されていない。」

「水源地の牧場の排水等がどのように処理されているのか分からないので水質が心配である。」

(3) その他

「砂防工事に関する内容の説明が、地元に対しどんど行われなかつた。」

「砂防公園の草むしりが年2回役場より依頼されているが、維持管理についてどうなっているのか分からぬ。」

「工事後の残地を砂防公園として4カ所設置したが、公園が必要かどうかも含めて、地元の意向を聞いてほしかった。」

以上のように、土砂災害では、河川の増水と室根山の牧場との関係を指摘する、昭和40年代の災害に関する意見が多く出された。この牧場とは、昭和45年に室根山山頂に、千厩町、室根村、大東町、の3町村の一部事務組合として開牧された室根高原牧場である。この時期の河川の急激な増水は、開牧に向け、昭和40年代初期には、山頂周辺部の森林の伐採が始まり、牧草地へと替わっていったことによる水源地の保水能力の低下が考えられる。そこで、岩手県は昭和52年に砂防ダムを完成させた。これにより、多少の降雨量ではダム下流部において土砂災害は起こらなくなった。

河川および周辺環境では、親水性に考慮し砂防公園や階段護岸を設置したものの利用されていない現状、周辺景観と合わない護岸、水生生物や水質の問題に関することがあげられた。

その他では、説明不足による行政への不満があげられた。工事概要の説明は、改修事業に関わる地権者に対しては行われていたが、地元住民全員に対しては行われていなかった。河川および周辺環境やその他であげられた意見は、行政と住民のコミュニケーションが十分図られていれば解決できたものと考えられる。

年代によって田茂木川の状況が異なることが明らかとなったことから、ヒアリング調査による結果と資料により、以下の6時期に分けることができた。

昭和40年以前：この時期の田茂木川は、河川および河川流域内ともに人工的な河川構造物や新しい施設などが無い、自然河川であった時期。

昭和41年～昭和45年：田茂木川の水源地である室根山の頂上付近に室根高原牧場が森林の伐採等により整備されていた時期。

昭和46年～昭和52年：室根高原牧場が供用され、河川へ急激な雨水の流入があり、この対策として砂防ダムが整備されていた時期。

昭和53年～平成2年：1年に1度程度水害があったものの、大雨も少なく砂防ダムの整備により大規模水害も少なかった時期。

平成3年～平成10年：平成2年の台風被害をきっかけとして、田茂木川の流路変更をともなう大規模な河川改修工事が行われていた時期。

平成11年～現在：河川改修工事がほぼ終了し、周辺環境整備を行っている。

これらのヒアリングの結果を基に、アンケートを作成し、地域住民の工事前後の比較調査を行うものである。

5.3 意識調査について

5.3.1 調査の概要

意識調査は、田茂木地区61世帯を対象として（調査票の配布は各世帯あたり2通とした）行政連絡員による配布、郵便による回収により行った。調査の内容は、表5.1に示されるように、治水、利水、親水、水質・水生生物、改修工事前後の周辺環境に関する事項およびフェースシートである。

なお、治水は、上述の6時期と田茂木地区に大きな被害をもたらし、河川改修のきっかけとなった平

成2年9月20日の台風19号来襲時を加えた7時期について、利水、親水、水質、水生生物に関しては、上述の6時期についてそれぞれ回答してもらった。ただし、親水・砂防公園については現在の状況についてを質問した。調査期間は平成12年8月7日から8月27日である。

表5.1 調査内容

区分	内 容	調査対象期間
治水	水害の有無について(農地、家屋)	昭和40年以前から 現在までの7時期
	水害に対する意識について	
利水	河川水の利用について	昭和40年以前から 現在までの6時期
親水	子供の河川利用について	現在
	砂防公園の認知度・利用度・必要性について	
水質	河川水の汚れについて	昭和40年以前から 現在までの6時期
水生生物	魚類の生息状況について	
	水生昆虫の生息状況について	
河川周辺環境	河川および周辺環境の満足度について (景観、水生生物の生息、治水、利水、親水、安全)	河川改修工事前後
フェースシート	年齢、田茂木地区在住年数、性別、職業	

5.3.2 調査結果および考察

(1) 回収状況および属性について

アンケート調査の回収結果および属性に関する結果を、表5.2に回収率、表5.3に年齢構成、表5.4に田茂木地区在住年数、表5.5に職業構成をそれぞれ示す。

表5.2 アンケートの回収率表

配布数	回収数	回収率	有効	有効
			回収数	回収率
122	51	41.80	49	40.16

表5.3 被験者の年齢構成

年 代	男		女		計	
	人 数	%	人 数	%	人 数	%
20-30	1	2.04	0	0.00	1	2.04
30-40	5	10.20	2	4.08	7	14.29
40-50	8	16.33	4	8.16	12	24.49
50-60	2	4.08	4	8.16	6	12.24
60-70	8	16.33	4	8.16	12	24.49
70-	7	14.29	3	6.12	10	20.41
計	31	63.27	18	36.73	49	100.00

表5.4 田茂木地区在住年数

在住年数	男		女		計	
	人 数	%	人 数	%	人 数	%
0-10	0	0.00	1	2.04	1	2.04
10-20	2	4.08	2	4.08	4	8.16
20-30	1	2.04	1	2.04	2	4.08
30-40	6	12.24	4	8.16	10	20.41
40-50	5	10.20	5	10.20	10	20.41
50-60	2	4.08	4	8.16	6	12.24
60-70	8	16.33	1	2.04	9	18.37
70-	7	14.29	0	0.00	7	14.29
計	31	63.27	18	36.73	49	100.00

表5.5 被験者の職業構成

職 業	男		女		計	
	人 数	%	人 数	%	人 数	%
農林水産業	17	34.69	7	14.29	24	48.98
製造業	1	2.04	2	4.08	3	6.12
建設業	3	6.12	0	0.00	3	6.12
サービス業	3	6.12	0	0.00	3	6.12
公務員	2	4.08	2	4.08	4	8.16
団体職員	1	2.04	0	0.00	1	2.04
主婦	0	0.00	6	12.24	6	12.24
学生	4	8.16	1	2.04	4	8.16
計	31	63.27	18	36.73	49	100.00

表5.2に示されるように回収状況は、122部配布し51部回収、回収率41.8%であった。この回収された51部のうち年齢・在住年数・職業が不明な2部を除いた49部が有効票で、有効回収率は40.16%である。表5.3、表5.4より被験者49名中、年齢で50歳代以上が28名（男17人・女11人）となっており、在住年数では42名が30年以上田茂木地区に在住している。このことから、30年以上前の昭和40年以前の状況についての質問に関しても充分信頼できる結果が得られていると考えられる。また、表5.5に示される職業構成によれば約半数の24人（男17人・女7人）は、日頃から田茂木川に接する機会が多いと考えられる農林水産業に従事している。

(2) 治水について

上述の昭和40年以前～現在までの7期に分け、災害に対する意識として、各時期において水害に対しどのように感じていたのかを、「安全に思っていたー不安に思っていた」の2者択一による質問を行った。また、同時期に洪水等による災害を被ったかどうかについても、家屋への被害と農地への被害について被災経験の有無の質問を行った。

これらの結果を図5.1に示す。図中各時期の帯グラフの上段には、その対応する時期に「安全に思っていたのか、不安に思っていたのか」を比率で示し、下段には、それぞれの時期で被災経験の有無を家屋・農地別に比率で示している。“平成11年～現在”的被災経験については過去において被災経験のあるものを経験有りとしている。

図に示されるように、河川改良工事が実施される平成2年以前は約60%以上の人人が水害に対し不安に思っていたことがわかる。これは、この平成2年以前の被災経験は家屋被害が約5%～12%、農地被害が約55%前後の値となっており、半数以上の人が何らかの被害を受けていたことから不安感が増大したものと思われる。特に、“平成2年（台風被害時）”には、最も水害に対する不安感が最大し、73.47%の人が不安に思っていた。次いで、“昭和41年～昭和45年（室根高原牧場整備中）”68.89%、“昭和53年～平成2年”66.67%となっており、不安に思っていた人の比率が高い値を示してい

昭和40年以前	意識	安全		不安		59.09 54.54 50.00
	家屋	40.91				
	農地	36.36	4.55→	9.09		
昭和41年～昭和45年（室根高原牧場整備中）	意識	安全		不安		68.89 64.44 53.33
	家屋	28.89	2.22→			
	農地	26.67	4.44→	15.56		
昭和46年～昭和52年（砂防ダム工事中）	意識	安全		不安		60.00 53.33 51.11
	家屋	40.00				
	農地	35.56	4.44→	8.89		
昭和53年～平成2年（台風被害を除く）	意識	安全		不安		66.67 56.25 54.17
	家屋	33.33				
	農地	31.25	2.08→			
平成2年（台風被害時）	意識	安全		不安		73.47 65.31 53.06
	家屋	26.53				
	農地	22.45	4.08→	20.41		
平成3年～平成10年（砂防ダム下流河川改良工事中）	意識	安全		不安		44.90 40.82 26.53
	家屋	55.10				
	農地	51.02	4.08→	6.12	18.37	
平成11年～現在	意識	安全		不安		42.86 32.65 40.82
	家屋	57.14				
	農地	55.10	2.04→		2.04	

凡例
災害に対する意識

	安全に思っていた		不安に思っていた
	被災経験なし		被災経験あり
	被災経験なし		被災経験あり

図5.1 7時期における水害に対する意識と家屋および農地の被災経験の有無

る。これはヒアリング調査においても指摘されたように、田茂木川上流部の樹木が伐採されたことに起因すると考えられる。“平成 2 年（台風被害時）”以前の 5 時期において、実際に農地が被災し不安と思っている人の割合は 50 %～54 %と大きく変わらないが、この 3 時期に不安と感じた人が増えているのは、被災はしていないが不安と思っていた人の割合が高くなつたためである。

これに対し、災害防止のための河川改良工事が開始された平成 3 年からは不安に思っていた割合と安全に思っていた割合が逆転し、災害防止工事中である“平成 3 年～平成 10 年”には 55 %の人が安全に思っており、家屋被災は約 8 %と以前の割合と変わらないものの、農地被災は約 33 %に減少している。さらに“平成 11 年～現在”では、安全に思っている割合が約 57 %へと増加している。過去において農地被災の経験がある被験者が約 70 %をも占めているにもかかわらず、約 30 %の被災経験者は安全に思っていることがわかる。

これらから、災害防止を目的に行われた河川改良工事が、家屋・農地等の財産を災害から守る目的はもちろんのこと、地域住民の不安感を払拭してきていることが明らかとなった。

また、砂防ダムの建設や河川改良工事等の災害防止事業が実施された場合、不安だと思っている割合が減少することから、たとえ工事中であっても住民は安全だと思う傾向が認められた。しかし、実際には防災構造物はまだできていないことから災害に対する安全度は高まっていないことを住民に周知させるべきではないだろうか。

(3) 利水について

昭和 40 年以前から現在までの 6 時期について、河川水をどのように利用していたかを、飲料水、洗濯等の生活用水、農業用水別に複数回答で回答してもらった。図 5.2 に縦軸を昭和 40 年以前から現在までの 6 時期をとり、横軸には各時期別の利用者数を示す。図に示されるように、現在まですべての時期を通じ 45 人が農業用水として利用していることが知られる。飲料水としては、“昭和 40 以前”に 3 人が、“昭和 41 年～昭和 45 年”に 2 人が利用していたが昭和 46 年に砂防ダム工事が始まると河川水を飲料水として利用することは無くなった。生活用水としての利用は、“昭和 40 年以前”に 10 人であったものがその後は減少し、“平成 3 年～平成 10 年（河川改良工事中）”には 1 人となつた。

しかし、現在は 1 人ではあるが増えていることから工事後の水質が工事前に回復したと感じていると思われる。

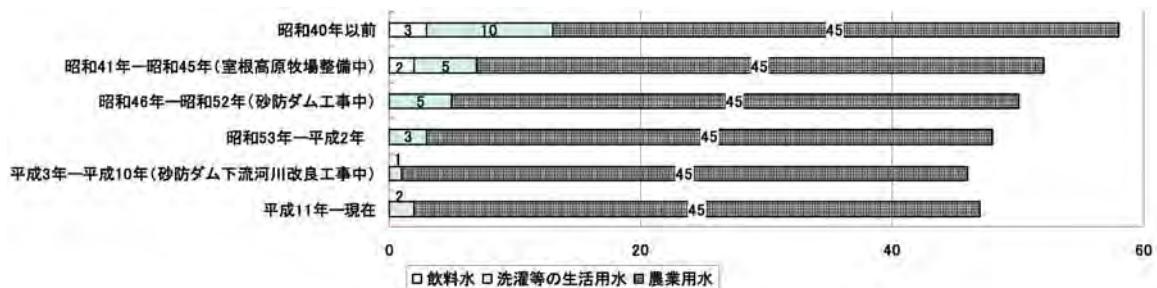


図 5.2 河川水の利用状況

(4) 親水について

子供が田茂木川で遊んでいたかどうかを、利水と同様の 6 時期に分けた結果を図 5.3 に示す。

また、河川改良工事において河道変更が行われ残地が発生したことから、この残地を 1 号砂防公園、2 号砂防公園、3 号砂防公園、4 号砂防公園の名称で公園として整備した。1 号砂防公園は砂防ダム直

下に面積約 3,000 m²、東屋 1 棟、子供が水遊びのできる水路等が整備されている。2 号砂防公園は 1 号砂防公園から約 300m 下流に面積約 1,000 m²、東屋 1 棟が整備されている。3 号砂防公園は 2 号砂防公園下流約 1,300m に面積約 900 m² の芝生の広場として整備されており、4 号砂防公園は 3 号砂防公園下流約 400m に東屋 1 棟が建つ扇形の形状をした公園として整備されている。これらの砂防公園が地域の住民にどのように利用されているかを知る目的で、公園の認知度、利用度、必要度についての質問を行った。この結果をそれぞれ図 5.4、図 5.5、図 5.6 に示す。

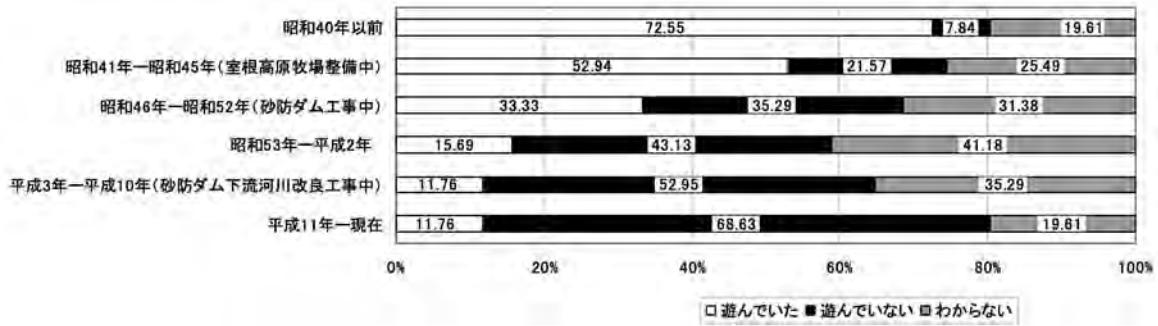


図 5.3 子供の河川利用

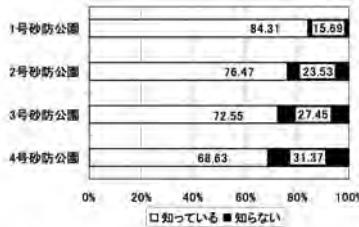


図 5.4 砂防公園の認知度

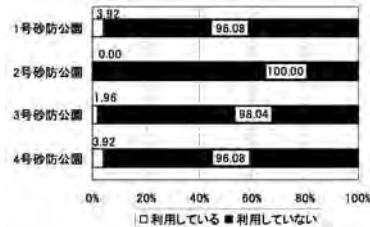


図 5.5 砂防公園の利用度

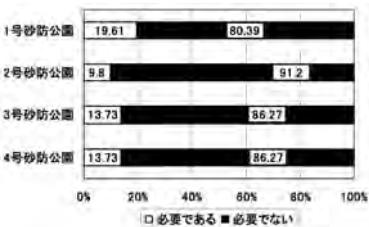


図 5.6 砂防公園の必要度

図 5.3 より子供が田茂木川で遊んでいたのは、“昭和 40 年以前” が最も多く 70 %以上が遊んでいたという結果となった。“昭和 41 年～昭和 45 年” では約半数となり、“昭和 46 年～昭和 52 年” では約 1 / 3 まで減少してくる。“昭和 54 年～平成 2 年” には遊んでいたと回答した割合は約 15 %となっているが、わからないと回答した割合も最も高くなっている。

平成 3 年以後は遊んでいたという回答は約 12 %で、工事終了後では子供が遊んでいないという回答が 70 %に近い高い値となっている。これは、安全のためとはいえ、護岸がコンクリートで固められ、多数の階段工が設置された田茂木川において、全国の河川で昭和 40 年代の治水に重点を置いた河川改良工事によって、護岸がコンクリートブロックにより整備され子供たちがいつしか川で遊ばなくなっこなことが、同様に起こっているものと考えられる。

図 5.4～5.6 より、4 つの砂防公園とも地域住民に知られてはいるものの、利用されることはないことからその必要性も、最も高い 1 号砂防公園でも約 20 %低い値となっている。

コンクリートによる 3 面張りに近い整備を行い子供たちを川から遠ざけ、その代償として公園を整備したもの、利用されていない実態をみると、今後何らかの対策が必要であると思われる。

(5) 水質について

図 5.7 に時期別に河川水の水質に関する結果を示す。“昭和 40 年以前” には約 80 %以上の住民が河川水をきれいだと感じていたが、“昭和 41 年～昭和 45 年” の時期には、きれいだと感じていた住民は

約 30 %へと激減している。さらに、“昭和 46 年～昭和 52 年”および“平成 3 年～平成 10 年”の、工事が行われていた時期にきれいだと感じていた住民はわずか 12 %に過ぎず、汚いと感じていた住民が約半数を占めている。しかし、河川改良工事が終了後の平成 11 年以後については、きれいだと感じている住民が約 30 %に増え、それまで約半数が汚いと感じていた住民も約 28 %に減少している。河川改修工事中は土砂等の濁水により、汚れていた河川水が、工事終了後土砂による汚れが無くなってきためと思われる。

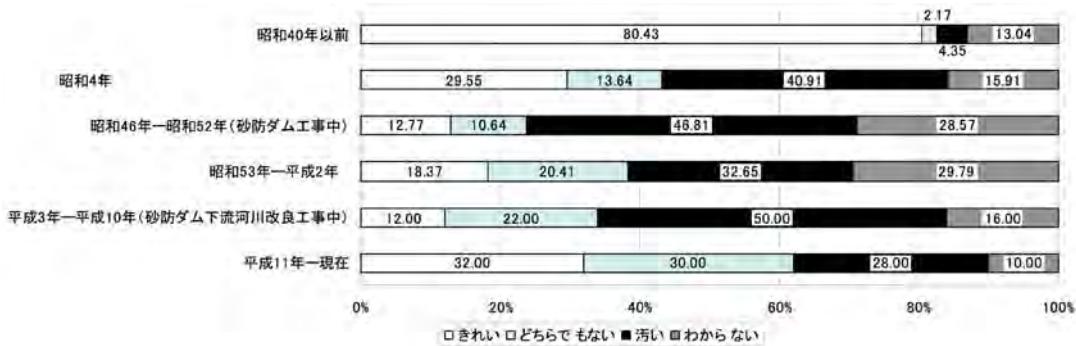


図 5.7 水質に関する意識

(6) 水生生物について

水生生物の生息状況について、魚類と水生昆虫別に図 5.8 および図 5.9 に示す。図より、魚類、水生昆虫のどちらも“昭和 40 年以前”において「たくさんいた」という回答が最も多く 60 %以上を占め、「いた」と合わせると 90 %に近い値を示す。その後は、魚類・水生昆虫ともに「いなかつた」という回答が増えてきている。魚類は昭和 40 年以前から現在まで減少が続いているのに対し、水生昆虫は平成 10 年までは減少が続くが、“平成 11 年～現在”では増加していることが明らかとなった。

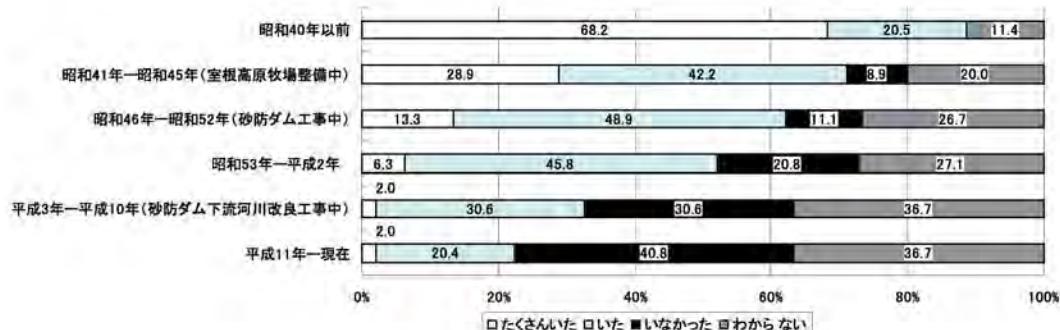


図 5.8 魚類の生息状況に関する意識

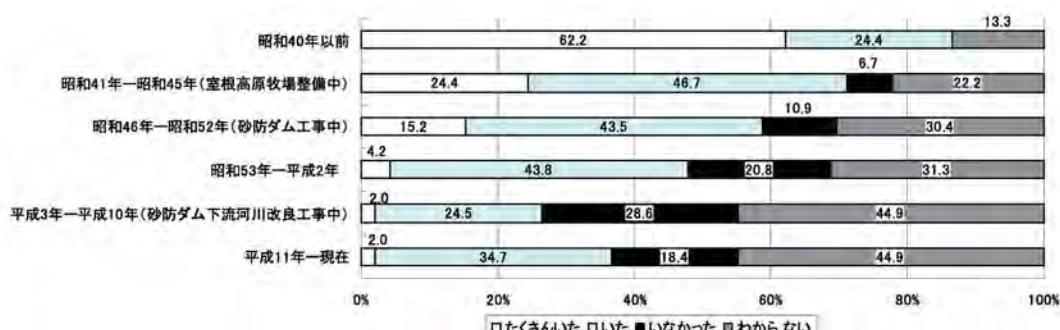


図 5.9 水生昆虫の生息状況に関する意識

表 5.6 満足度の調査項目

調査項目
河川そのものの景観・眺め
川への行きやすさ
河川の親しみやすさ
河川水の利用のしやすさ
河川景観と周辺景観との調和
水のきれいさ
魚類の生息状況
水生昆虫の生息状況
洪水等災害に対する安全性
コンクリート護岸による整備
総合評価

(7) 事前事後評価について

河川改修工事にともない、河川および周辺環境が変化したことから、表 5.6 に示した 11 項目について「満足（2）、やや満足（1）、どちらでもない（0）、やや不満（-1）、不満（-2）」の 5 段階で、事前事後それぞれについて評価をしてもらった。

図 5.10 に満足度の評価項目と満足度の総合評価の平均値をグラフで示す。図より工事終了後において満足度が工事前より高くなかったのは“洪水等災害に対する安全性、コンクリート護岸による整備”の 2 項目である。工事前に満足側の評価

であった“河川そのものの景観・眺め、河川の親しみやすさ、河川景観と周辺景観との調和、水のきれいさ”が工事終了後には不満側の評価となっている。総合評価に関しては、大きな差はないものの工事前満足側であった評価が不満側の評価となった。これは、コンクリートで固められた河川が周辺の自然と調和していないことや、ほぼ垂直な護岸法面による河川へのアクセス性の悪さからの結果であると考えられる。

図 5.11 に工事前後の総合評価としての満足度についての結果を示す。工事前の田茂木川の状況に満足していたという回答が 19 % であったものが工事終了後では約 5 % へと激減し、やや不満の回答が 12 % から 28 % へと増加した。

“満足、やや満足”を合わせた割合が工事前約 40 % であったものが工事終了後には 30 % と約 10 % 減少し、“不満、やや不満”では工事終了後に約 17 % 高くなった。

次いで、この田茂木川の総合的な満足度の評価が、どの評価項目によって評価されているものなのかも明らかにするために、因子分析法と数量化分析第 II 類を適用することとした。因子分析は数量化分析第 II 類による分析のための説明変数の絞り込みのために行った。因子分析法の結果を表 5.7、5.8 に示す。

表 5.7 に示されるように工事前の結果では、評価性（景観・保健性）因子として；“河川景観と周辺景観との調和、河川そのものの景観・眺め、水のきれいさ”、生物因子として；“魚類の生息状況、水生昆虫の生息状況”、親水性因子として；“河川の親しみやすさ、川への行きやすさ”、安全性因子として；“コンクリート護岸による整備、洪水等災害に対する安全性”、利便性として；“河川水の利用のしやすさ”の 5 因子に分かれた。表 5.8 に示されるように工事後の結果では、工事前に評価性（景観・保健性）因子として 1 つとなっていた“河川景観と周辺景観との調和、河川そのものの景観・眺め”と“水のきれいさ”が分かれ、景観因子と保健性因子となった。同様に親水性因子であった“河川の親しみやすさ、川への行きやすさ”がそれぞれ分かれ親水性因子、利便性因子となった。事前で利便性因子であった“河川水の利用のしやすさ”は安全性因子となり、安全性因子は 3 变量となった。生物因子はは事前

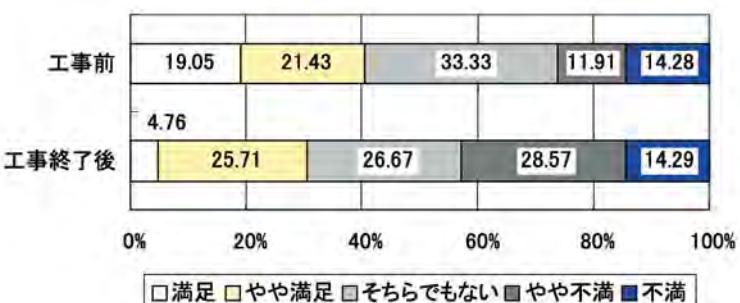


図 5.10 工事前後における満足度の総合評価

同様の結果となり、6因子となった。

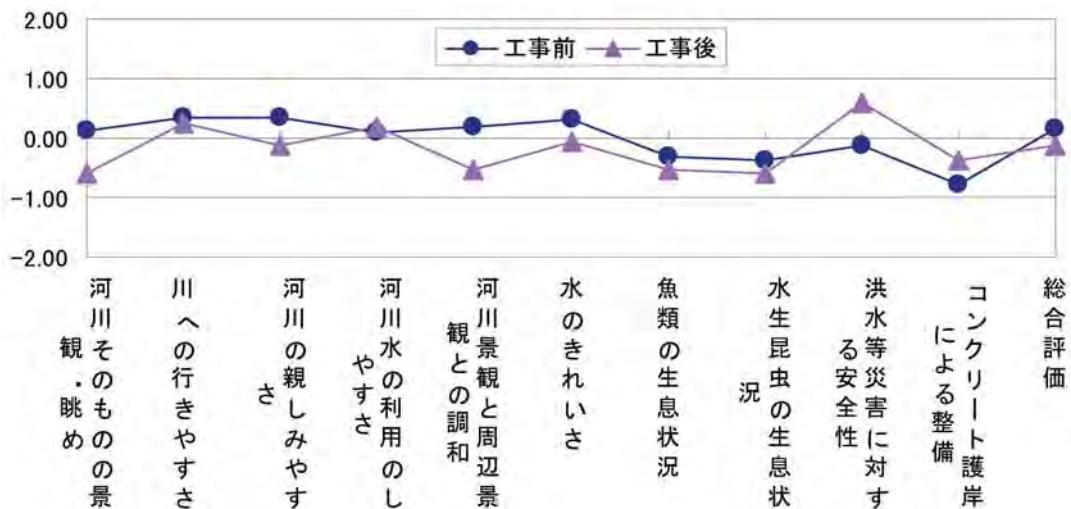


図 5.11 工事前後における評価項目別平均満足度

表 5.7 事前調査結果

因子名	変量名	因子No. 1	因子No. 2	因子No. 3	因子No. 4	因子No. 5
評価性 (景観・保健性)	河川景観と周辺景観との調和	-0.89714	0.237773	0.056729	0.103122	0.110375
	河川そのものの景観・眺め	-0.85352	0.174784	0.276351	0.259012	0.004281
	水のきれいさ	-0.62176	0.344027	0.198434	-0.22242	0.338518
生物	魚類の生息状況	-0.31974	0.810135	0.142915	0.03839	0.218578
	水生昆虫の生息状況	-0.20556	0.877972	0.072595	-0.05709	0.112158
親水性	河川の親しみやすさ	-0.24203	0.126962	0.816645	0.106421	-0.08173
	川への行きやすさ	-0.08834	0.173175	0.793065	0.186284	0.17012
安全性	コンクリート護岸による整備	-0.09413	0.017255	0.17808	0.634252	0.099489
	洪水等災害に対する安全性	-0.05328	-0.19123	0.42982	0.391777	0.196643
利便性	河川水の利用のしやすさ	-0.13611	0.263183	0.070763	0.215122	0.547197
	累積寄与率	0.2161	0.3946	0.5608	0.6388	0.6959

表 5.8 事後調査結果

因子名	変量名	因子No. 1	因子No. 2	因子No. 3	因子No. 4	因子No. 5
景観	河川景観と周辺景観との調和	0.958346	-0.15372	0.135219	-0.01353	0.018811
	河川そのものの景観・眺め	0.91557	-0.17588	0.001482	0.248552	0.059208
保健性	水のきれいさ	0.165782	-0.35175	0.241677	0.651957	0.084871
	魚類の生息状況	0.194971	-0.80099	0.195509	0.168531	0.241634
生物	水生昆虫の生息状況	0.252807	-0.80666	0.136489	0.476768	0.070782
	親水性	0.395022	-0.30843	0.346095	0.290566	0.330113
利便性	河川の親しみやすさ	0.067734	-0.28567	0.401507	0.341067	1.006154
	川への行きやすさ	0.249874	-0.24347	0.526594	-0.08928	0.050337
安全性	コンクリート護岸による整備	0.078824	0.018209	0.789921	0.305255	0.215628
	洪水等災害に対する安全性	-0.14622	-0.23401	0.642708	0.361696	0.217008
	累積寄与率	0.1946	0.3558	0.5138	0.6458	0.7656

以上の結果より、総合評価を目的変数として分析する数量化分析第II類における説明変数を“河川景観と周辺景観との調和、水のきれいさ、水生昆虫の生息状況、河川の親しみやすさ、河川水の利用のしやすさ、洪水等災害に対する安全性”の6アイテムとした。

表 5.9 に数量化分析第 II 類の分析結果を示す。表より改修工事前の田茂木川の総合評価には、“河川の親しみやすさ” のレンジが 3.01 と高い値となっており、最も影響を与えている。次いで、同程度のレンジを示す “水生昆虫の生息状況、河川景観と周辺景観との調和” が影響している。これに対し、工事終了後では “水のきれいさ” のレンジが 3.7 と高い値を示し、次いで “河川景観と周辺景観との調和” のレンジが 2.47 と続いている。工事前では 1 位であった “河川の親しみやすさ” は 3 位となった。

これらの結果から、工事終了後の満足度の評価が低くなったのは、水の汚れ、河川景観が周辺の景観と調和していない、河川に対し住民が親しみをもてなくなつたことからである。

表 5.9 工事前後の数量化分析第 II 類の分析結果

工事前		工事終了後		
レンジ	アイテム	順位	アイテム	レンジ
3.0102	河川の親しみやすさ	1	水のきれいさ	3.7136
2.2053	水生昆虫の生息状況	2	河川景観と周辺景観との調和	2.4717
2.1465	河川景観と周辺景観との調和	3	河川の親しみやすさ	1.6627
1.9181	水のきれいさ	4	洪水等災害に対する安全性	1.5362
1.8145	洪水等災害に対する安全性	5	水生昆虫の生息状況	1.3061
1.6595	河川水の利用のしやすさ	6	河川水の利用のしやすさ	1.2131
0.8661		相関比	0.8322	

5.4 まとめ

田茂木地区の地域住民に対して行ったアンケート調査により、河川改修工事後の田茂木川に対する住民意識について、改修工事前後の比較を通じ分析を行ったものである。本調査により明らかとなった主な結果を要約し以下に示す。

- 1) 砂防ダムの建設や河川改修工事等の災害防止事業が実施された場合、工事中であっても、住民は安全だと思う傾向が認められた。河川改修工事が終了した現在では、約 6 割に近い住民が水害等の災害に対して安全だと思っている。
- 2) 田茂木川を利用し遊んでいる子供は少なく、整備された 4 カ所の砂防公園は、認知されてはいるもののその利用度および必要性に関して親水性としての地域住民の意識は低い。
- 3) 魚類の生息は年々減少してきていると感じており、水生昆虫の生息状況は平成 10 年までは減少しているが現在は増えたと感じている。水質に関しても現在評価が上向いてきている。
- 4) 工事前に比べ工事終了後の田茂木川に対する総合的な満足度は低下しており、その理由として、水の汚れ、景観の悪化、河川へのアクセス性の悪さがあげられる。

6. おわりに

本研究では、上流部に砂防ダムを有し、その下流部で改修工事が施された田茂木川の水質、水生昆虫相について1年間にわたって調査を行い、水生昆虫相の多様性や回復に及ぼす砂防ダムや河床状態、工事終了後の経過年数等の影響について検討した。また、地域住民に対して河川改修工事前後における田茂木川に対する意識調査により、工事の影響評価を行い以下の結論を得た。

- 1) 水生昆虫の多様性は、上流域の自然河川と河川改修後の中流および下流域を比較した場合十分回復しているが、砂防ダム直下の地点では水生昆虫相の多様性は完全に回復していない。これは、床固め工やそれにともなう河床状態および砂防ダムからの砂礫の供給がないなどが影響していると考えられる。また、河川改修工事終了後における水生昆虫の多様性の回復は経過年数および河床への土砂の堆積や経過年数後の抽水植物等の植生に影響される。
- 2) 河川改修工事後の類似度は砂防ダム直下を除いて上流域から下流域まで水生昆虫相の類似性が極めて高かった。これは、河川横断構造物等による河川の物理的環境が生息環境の均一性をもたらしたためと考えられる。また、'93年度調査結果と同一調査地点における類似度を比較すると類似性は小さく、明らかに水生昆虫の遷移したと考えられた。
- 3) 本河川は落差工を有することから魚道が設置されているが、水生昆虫の多様性が回復することにより魚類の生息にも寄与し、良好な水環境を維持できると考えられる。したがって、今後、河川の改修工事を行う際には、治水の目的だけでなく、水生昆虫や植物の生息場所を確保するために河床材料の供給やその維持に配慮した工事手法を構築し、健全な水環境を創出する必要があると考えられる。
- 4) 河川改修工事に対する地域住民の意識は、河川改修により安全性に対する評価は高い反面、親水性や景観の悪化が指摘された。これらは、改修工事に対しての行政側からの地域住民に対する情報の不足や意見集約不足が評価の低さに繋がったのではないかと考えられる。

謝辞

最後に本研究に対し御教授戴いた岩手大学工学部建設環境工学科水環境制御工学研究室の海田輝之教授、都市工学研究室の安藤昭教授に感謝申し上げます。また、調査に多大な御協力をいただいた岩手大学工学部建設環境工学科水環境制御工学研究室の諸氏に心より感謝いたします。

参考文献

- 1) リバーフロント整備センター(1992)：まちと水辺に豊かな自然をⅡ. 山海堂.
- 2) 古米弘明(1996)：河川改修区間における河床形態変化と底生動物現存量について. 環境システム研究, Vol.24, pp644~649.
- 3) 建設省河川局監修(1997)：河川水質試験方法～試験方法編～. 技報堂出版.
- 4) 渡辺直, 原田三郎(1976)：ちりとり型金網による河川底生動物採集上の問題点. 陸水学雑誌, 37, 2, pp 47~58 .
- 5) 川合禎次編(1986)：日本産水生昆虫検索図説. 東海大学出版.
- 6) 津田松苗編(1979)：水生昆虫学. 北隆館.
- 7) 上野益三編(1986)：日本淡水生物学. 北隆館.
- 8) 津田松苗, 菊池泰二編(1976)：環境と生物指標 2－水界編－. 共立出版.
- 9) 渡辺直：多様性指数による生物学的水質判定. 用水と廃水, Vol.15, No.6, pp37~42.
- 10) M.Morisita(1959) : Measuring of Interspecific Association and Similarity between communities., Mem.Fac.Sci.Kyushu Univ.,ser.E(Biol.), Vol.3, No.1, pp65~80.
- 11) 小林四郎(1995)：生物群集の多変量解析. 蒼樹書房.
- 12) 水野信彦, 御勢久右衛門(1973)：河川の生態学. 築地書館.
- 13) 安嬰, 大村達夫, 海田輝之, 相澤治郎, 佐藤義秋(1995)：底生動物相に及ぼす河川改修工事の影響. 環境工学研究論文集, Vol.32, pp457~466.
- 14) 木元新作(1976)：生態学研究法講座 14 動物群集研究法 I－多様性と種類組成－. 共立出版.