

(47) 底生動物相におよぼす河川改修工事の影響

Effect of river improvement works on benthic fauna.

安 嬰* 大村達夫* 海田輝之* 相沢治郎* 佐藤義秋*

An Ying*, Tatsuo OMURA*, Teruyuki UMITA*, Jiro AIZAWA*, Yoshiaki SATO*

ABSTRACT ; The investigation of benthic animals in the Tamoki river was conducted in order to evaluate the impact of the river improvement works against the river ecosystem.

The benthic fauna was significantly influenced by the river bed conditions. The benthic fauna destroyed by the river improvement works recovered faster than that by the river flood because the benthic animals lost could be compensated from the upper stream.

The results obtained from this investigation showed that the benthic fauna could be used as an effective index in evaluating the impact against the river ecosystem, which would be brought by the river improvement works.

KEYWORDS ; benthic animals, river improvement works, river bed condition, similarity index, diversity index

1. はじめに

河川の底生動物は水質、流速、光量、底質などの多くの環境要因で規定された生息域に生活している¹⁾。環境条件が生物に影響を及ぼすと言う原理から、河川水の水質汚濁の評価に底生動物相が利用されてきている²⁾。一方、その底生動物の主な生活の場が河床であるので、その分布は主に河床材料と流速によって影響される。河川生態系生物相の上位レベルにある魚類については、河川改修工事でもたらされた流路の変化と、河床形態の変化によって生ずる工事前後の生存種と個体数の変化が注目されている^{3), 4)}。しかし、食物連鎖で中位レベルにあり、河床材料などのより小さなスケールで影響を受けると考えられる底生動物相についての調査報告は少ない。

そこで、本研究では河川で安定した生息状況にある底生動物相が生息域の完全破壊を伴う河川工事や構造物の設置などによってどのように変化するかを検討し、特に河川の底質の変化が底生動物の出現種及び群集構成にもたらす影響について考察を行った。さらに、底生動物相の群集構成から河川改修区間における底生動物相の回復、遷移及び定着について検討を行った。

2. 調査方法

2-1 調査地点および流域の概要

調査の対象の田茂木川は岩手県の南部の山地に源を発し、本流の大川に注ぐ支流であり、その中流部では本調査開始前から調査期間において断続的に砂防(流路工)工事のため、護岸、掘削、落差工工事が行われて

*岩手大学工学部建設環境工学科, Department of Civil and Environmental Engineering, Iwate University

いた。しかし、これらの工事規模を正確に把握することや同一地点で同時に種々な改修工事が行われていたため、工事規模や各工事ごとの底生動物相の変化を抽出することは困難な状態にあった。そこで、本研究においては、このように種々な河川改修工事が行われているような場を特に選んで調査を行い、総合的な河川

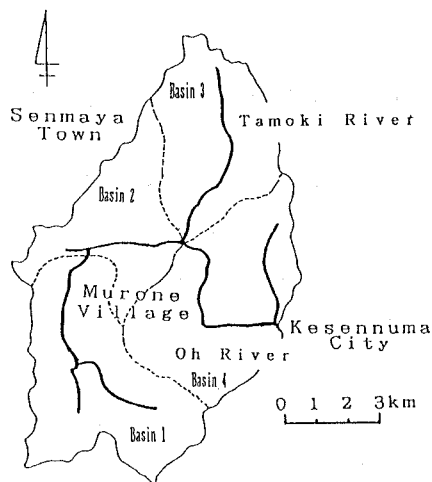


Fig. 1 Sketch map of the investigation field

改修工事に対する底生動物相による評価を行ったものである。調査地点の概要と調査時期をFig. 1とFig. 2に示す。調査地点の概要としてはSt. 1は自然の状態がそのまま維持され大きい石と沈み石が多いのに対し、すでに右岸の護岸工事と落差工事がされていたSt. 2とSt. 3では底質は大きい浮き石が重なっている石礫底であった。また、St. 4は兩岸の護岸工事と落差工事がなされており、土砂が多い石礫底で前方の河床では洗掘の防止のためコンクリートブロックが設置されている。St. 5とSt. 6では同様な工事が行われており、拳大の浮き石が多く、砂が比較的少ない石礫底であった。採集地点の水深と流速による底生動物相の影響をなるべく除去する目的で、各採集地点での水深や流速などが出来るだけほぼ同一条件である地点を選んで調査を行った。このとき各調査地点の水深は約0.14~0.45mであり、流速は約0.20~0.98m/sの範囲にあった。

2-2 調査期間

底生動物相の調査は1993年8月より1994年9月までの1年間で隔月に計7回行った。ただし、攪乱された底生動物相の回復を調べるために、St. 5から約30m下流の、1994年2月末工事を終えたばかりの地点で、その2ヶ月後の4月にSt. 6を増設した。そして、St. 6では1994年4月~9月の期間に底生動物を計3回採集した。さらに、1994年6月には工事のため、St. 1とSt. 2での採集が中止された。

2-3 底生動物相調査方法

底生動物の採集は、0.5m×0.5mのコードラードのついたサーバーネット（網目；NGG40）を用いて、各地点で2回ずつ、合計0.5m²の面積で採集した。採集方法は、サーバーネットの枠内の石を静かに手で取り上げて、バケツに移し、岸に運び、ピンセットで石の表面に存在し

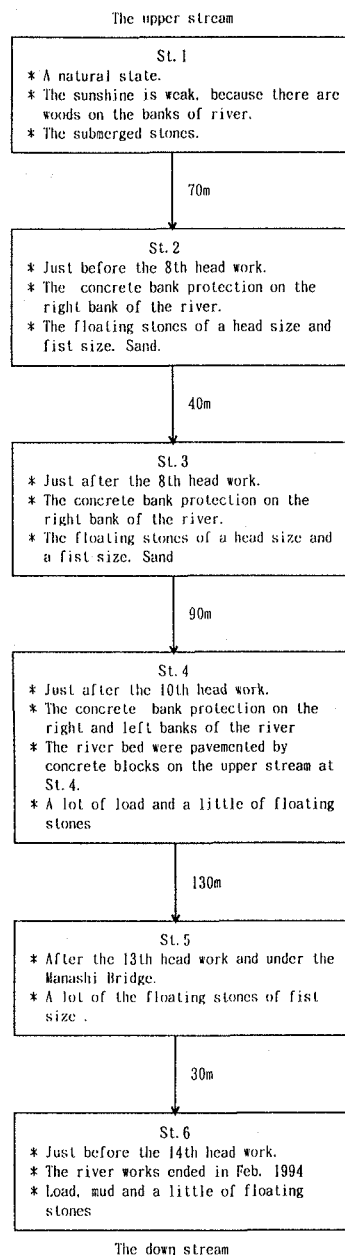


Fig. 2 The environmental factors at each sampling station from Aug. 1993 to Sep. 1994 when surveys were carried out

ている底生動物を採集した。その後、石の表面を筆で洗い、水を入れたバケツあるいはバッドの中に付着物を採集した。また、コードラード内に残っている小石や砂などは手ですくい上げて、水流を利用して、出来るだけネットの中に流し込むようにした。小さい石と砂はそのままネットから出して、水の入ったバケツに入れ、よく攪拌したあと、サーバーネットでこし、この操作を底生動物が採集できなくなるまで繰り返した。採集した標本は、5~10%ホルマリン溶液で固定し、研究室に持ち帰った。採集した標本は白いパックに入れて、水浴状態で底生動物をゴミ、砂等からピンセットを用いて拾い出した。底生動物は実験室で実体顕微鏡を用いて出来るだけ種まで同定し、底生動物が蛹となっている場合の同定は科までとしたが、科までの同定も出来ない場合は、目までとしそれぞれ一種とした。また、Chironomidaeは種までの同定は困難であるので、緑色と赤色に区別しそれぞれ一種とした。同定方法は主として津田¹⁾、河田⁵⁾および上野⁶⁾に従って行い、カゲロウ(蜉蝋)目(Ephemeroptera)と毛翅目(Trichoptera)の一部は川合⁷⁾、柴谷⁸⁾に従った。同定された底生動物を種別ごとに10%ホルマリン固定液の中に入れて保存した。

同定した底生動物は種別ごとに個体数を計数し、電子天秤でそれぞれの湿重量を測定し、湿重量として記録した。その後、80℃、24時間乾燥し、デシケーター中放冷後、電子天秤で各種の乾燥重量を測定し、各種の現存量とした。

2-4 底生動物群集評価法

底生動物群集評価法については多くの方法が提案され、それぞれの有効性について論じられてきている^{9) 10), 11)}。本研究の考察においては、以下の指数を用いることとする。

(1) 共通種による類似度指数⁹⁾

a) Jaccard' の共通係数 (CC)

Table 1 Species and number of individuals in 0.50m² of benthic animals found at each station in the Tamoki river in Feb. 1994. Life type should be referred to Fig. 7.

	Life type	St. 1	St. 2	St. 3	St. 4	St. 5	Total
Turbellaria							
Phagocata kawakatsui	CT		8	6	1	4	19
Nematoda							
Nematoda	O	15	21	35	19	4	94
Annelida							
Nais sp.	DT			7	2	43	52
Crustacea							
Gammarus nipponensis	CT			1			1
Asellus hilgendorfii	CT	1					1
Hydrachnellae							
Aturidae	O	2	1	1			4
Ephemeroptera							
Epeorus uenoi	CT	1		1	5		7
E. aesculus	CT	61	89	31	153	45	379
E. curvatus	CT	1			1		2
E. latifolium	CT	11	23	21	8	15	78
E. ikanonis	CT		1		5	3	9
Cinygmia hirasana	CT		9	1	11	4	25
Rhithrogena japonica	CT	4					4
Ephemerella basalis	CT	27	49	42	31	34	183
E. rufa	CT		1				1
E. trispina	CT	21	18	52	39	32	162
E. (Drumalia) bifurcata	CT	795	2023	1720	694	1542	6774
E. sp. EB	CT	24	280	235	20	19	578
E. sp. EC	CT	10	46	26	16	42	140
E. sp. nax	CT		6	1		3	10
E. sp. nay	CT	6	14	10	6	7	43
Baetiella japonica	SWT	182	485	306	396	129	1498
B. spp.	SWT	993	822	1095	1201	2480	6591
Ephemerella japonica	DT	3	4	12		2	21
Paraleptophlebia sp. PA	CT	24	9	12	1		46
Ameletus costalis	SWT	2	1	2			5
Trichoptera							
Hydropsyche ulmeri	MIT	143	578	241	205	844	2011
Arclopsyche sp. AE	MIT				1		1
Stenopsyche griseipennis	MIT	12	31	15	6	22	86
Rhyacophila yamanakensis	CT	3	1	1		1	6
R. clemens	CT	2	7	2	2		13
R. articulate	CT	4	20	10	9	7	50
R. tranquilla	CT	11	22	23	7	13	76
R. brevicephala	CT			2			2
R. kisoensis	CT	2		2			4
R. sp. RA	CT	3					3
R. sp. RC	CT	3	2		2		7
R. sp. RE	CT	3	4	6			13
R. sp. RI	CT	1	8	4	5	1	19
Goera japonica	TCO	1	1			1	3
Nystrophiopsis inops	TCO	80	58	67	83	113	401
Goerodes japonicus	TCO	6	3	5		1	15
Micrasema quadriloba	TCO	2	5		1	1	9
Apatania sp.	TCO	38	25	49			112
Plecoptera							
Plecoptera	CT	156	365	282	229	175	1207
Coleoptera							
Stenelmis sp. SC	CT		8	6			14
Megaloptera							
Protonotaria grandis	CT		1				1
Diptera							
Eriocera sp. EB	DT			3			3
Antocha sp.	ST	51	509	152	110	694	1516
Dicranota sp. DA	O	3	6	21	14	2	46
Simulium sp.	ST	48	130	68	377	32	655
S. tuberosum	ST				1		1
Atherix ibis	CT	5	92	98	26	41	262
Heleinae	DT		3	8	8		19
Bibiocephala bilobatoidea	ST	1					1
B. longispina	ST		3	4	5	1	13
Amika infusata infusata	ST		3	1	1		5
Blepharocerinae	ST		1	1	6		8
Chironomidae (Green-Type)	DT	2525	4017	3835	1999	1331	13707
Diptera pupa (A)	O	315	161	173	133	92	874
Diptera pupa (B)	O	110	9	6	1	3	129
Total		5711	9985	8700	5840	7783	38189

$$CC = \frac{c}{a+b-c}$$

b) Simpson's coefficient (NSC)

$$NSC = \frac{c}{b}$$

c) 正宗の percentage of affinity (PA)

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

ただし、a及びbは両地域の種数、cはその共通種である。

(2) 群集類似度指数 ($C\lambda$)¹⁰⁾

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

$$\lambda_1 = \frac{\sum_{i=1} n_{1i} (n_{1i} - 1)}{N_1 (N_1 - 1)}$$

$$\lambda_2 = \frac{\sum_{i=1} n_{2i} (n_{2i} - 1)}{N_2 (N_2 - 1)}$$

N_1, N_2 : それぞれの標本の総個体数

n_{1i}, n_{2i} : それぞれの標本中の個々の種の個体数

(3) 群集組成での Shannon の Diversity Index(DI)¹¹⁾

$$DI_{(N)} = - \sum (n_i / N) \log_2 (n_i / N)$$

$$DI_{(W)} = - \sum (w_i / W) \log_2 (w_i / W)$$

n_i, w_i : 個々の種の個体数および、乾燥重量 (mg)

N, W : 総個体数および、総乾燥重量 (mg)

(4) 群集損失指数 (I)¹²⁾

$$I = (a-c)/b$$

ただし、a及びbは両地域の種数、cはその共通種である。

3. 底生動物相の調査結果

3-1 出現種

一例として、1994年2月に各採集地点で採集されたすべての底生動物のリストをTable 1に示す。年間を通じて採集された総種数は108種で、そのうち、Aquatic Insects99種、Crustacea3種、Oligochaeta2種、Hydrocnellae、Gastropoda、NematodaとTurbellaria各1種であった。対照としての自然状態のSt.1とその下

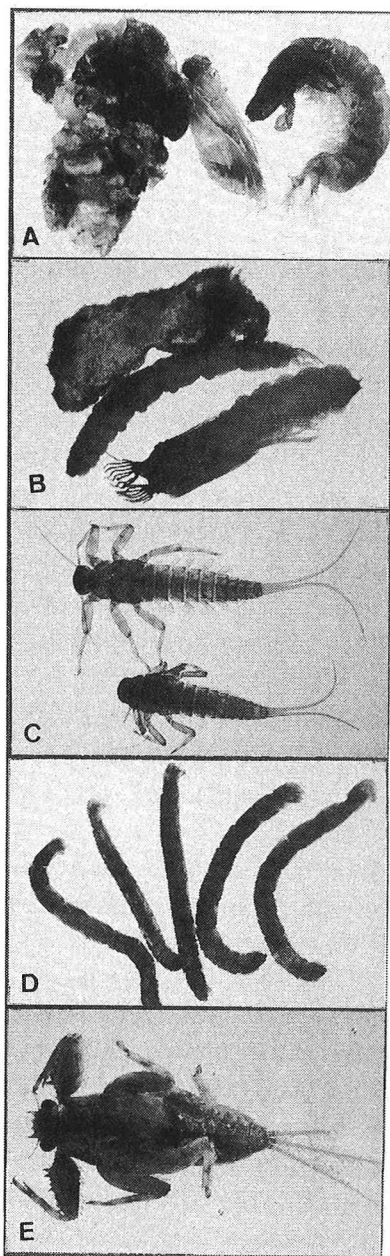


Fig. 3 Photographs of common species appeared in the Tamoki river
A: Hydropsyche ulmeri
B: Antocha sp.
C: Baetis spp.
D: Chironomidae(G-Type)
E: Ephemerella basalis

流の工事された地点における底生動物相は、共に水生昆虫に属する種数が圧倒的に多いので、種数の季節変動は水生昆虫の種数の変動に基づいていた。

一年を通じて、全ての調査地点に共通して採集された種、すなわち共通種は5種で、*Hydropsyche ulmeri*、*Antocha* sp.、*Baetis* spp.、*Chironomidae*(G-Type)と*Ephemera* *basalis*であった。これらの共通種をFig. 3に示す。

3-2 底生動物の種数

Fig. 4は地点ごとにおける0.5㎡あたりの群集構成の目別種数を示すものである。それぞれの採集地点ごとの年間の種数は29～50であり、この図より出現種数は地点ごとによって春の羽化前の2月または4月に最も多くなり、夏から秋にかけて最も少なくなった。したがって、秋から春先にかけての種数の増加が顕著にみられた。目別種数構成を見ると、共に年間を通じてEphemeropteraが7～17種、Dipteraが6～16種で、これらの目が最も多く、ついでTrichopteraの6～14種が出現した。水生昆虫以外の底生動物は1～5種で、極めて少なかった。自然状態の地点St. 1と工事された地点St. 2～St. 6とを比較してみると目別種数構成は変化がみられなかった。

Fig. 5に月ごとにおける地点間の種数の変動を示す。地点間の種数についてみると、1993年8月～1994年4月の間、自然状態のSt. 1の種数は36～45であったのに対して、工事されたSt. 2～St. 5での種数はSt. 2では39～51種、St. 3では30～50種、St. 4では32～42種、St. 5では29～44であった。また、1994年2月末工事を終えたばかりの地点のSt. 6では2ヶ月後の4月の種数はすでに35種出現した。これらのことは、出現種とその種数は工事によってあまり影響を受けないことと、工事によって攪乱された地点の底生動物相が予想よりはやく

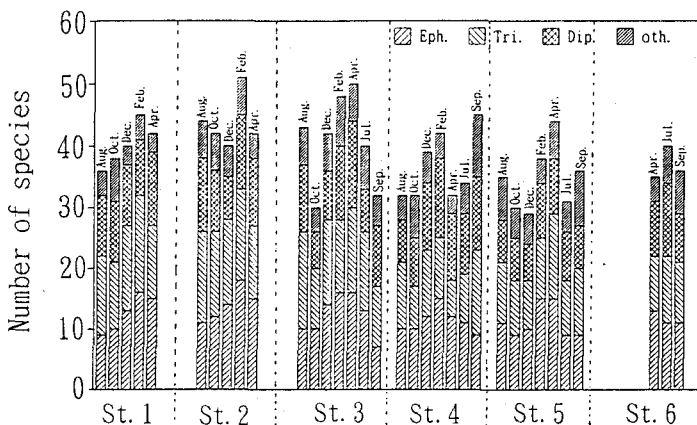


Fig. 4 Number of species at the same sampling station

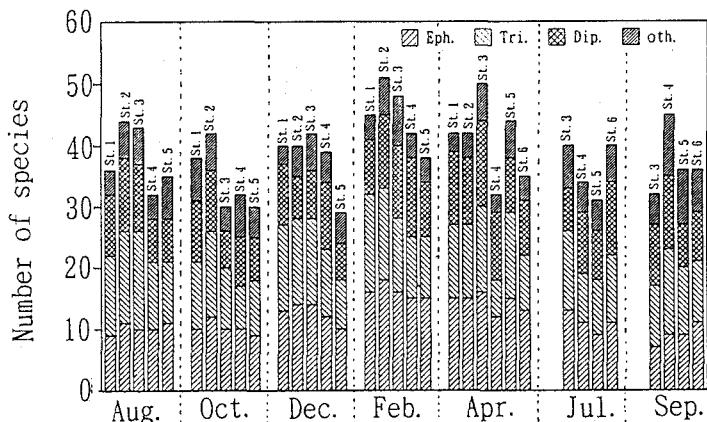


Fig. 5 Variations of number of species at each sampling station

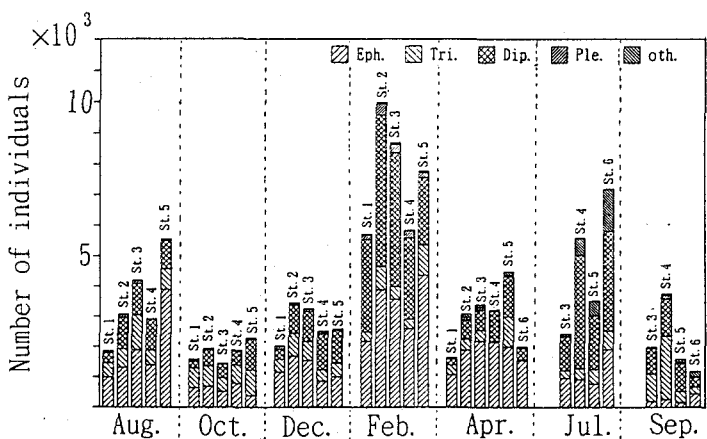


Fig. 6 Variations of number of individuals at each sampling station

回復されたことを示している。

3-3 底生動物の個体数

年間採集された全個体数は123783であった。それぞれの調査地点での個体数は1193～9985で、冬から春にかけて次第に増加し、1994年2月に最も多くなった。また、年間を通じてDipteraとEphemeroptera が最も多く、個体数の変動は主にこの2目の個体数によって左右された。Fig. 6は1994年6月上流地点の工事の影響を除

いた1993年8月～1994年4月の個体数を示すものであり、これを見ると隣合う8月と10月の個体数が、8月は最も少ない10月の1.2～2.9倍となった。10月に個体数が減少するのはEphemeropteraと、Dipteraに属する種の個体数が減少しているためである。また1994年2月に個体数が最も多くなったことは底生動物の生活環境と関連があるものと考えられる。地点間の個体数についてみると、93年8月～94年4月の間に工事された地点での出現個

体数は93年10月のSt. 3を除いて、いずれも自然状態のSt. 1より多くなった。

また、同時期には水生昆虫は全個体数の96～99%を占めた。1994年7月～9月にSt. 4、St. 5とSt. 6では水生昆虫の比率は80～90%と低くなった。これは非水生昆虫類のミズミズおよびダニ類が若干増加したためである。

Fig. 7に示した生活型別の個体数の割合をみると、自然状態のSt. 1と比べて、工事を既に終えていたSt. 2～St. 5では1993年8月～1994年4月の期間中における生活型はほぼ同じであり匍匐型、遊泳型、掘潜型が多くを占め、造網型、携巢型、及び固着型は少ない割合であった。第一位優占種としては、遊泳型のコカゲロウと掘潜型のユスリカのどちらかであった。自然が残っているSt. 1の優占種と他の地点の優占種が同じであったことはこれらの優占種が河川工事によって影響を受けなかったものと判断される。

また、1994年2月末工事を終えたばかりのSt. 6における1994年4月～9月までの生活型の割合をFig. 8に示す。これを見ると、工事を終えて2ヶ月後の4月の生活型は匍匐型と遊泳型が多く、合わせて79%を占めており、

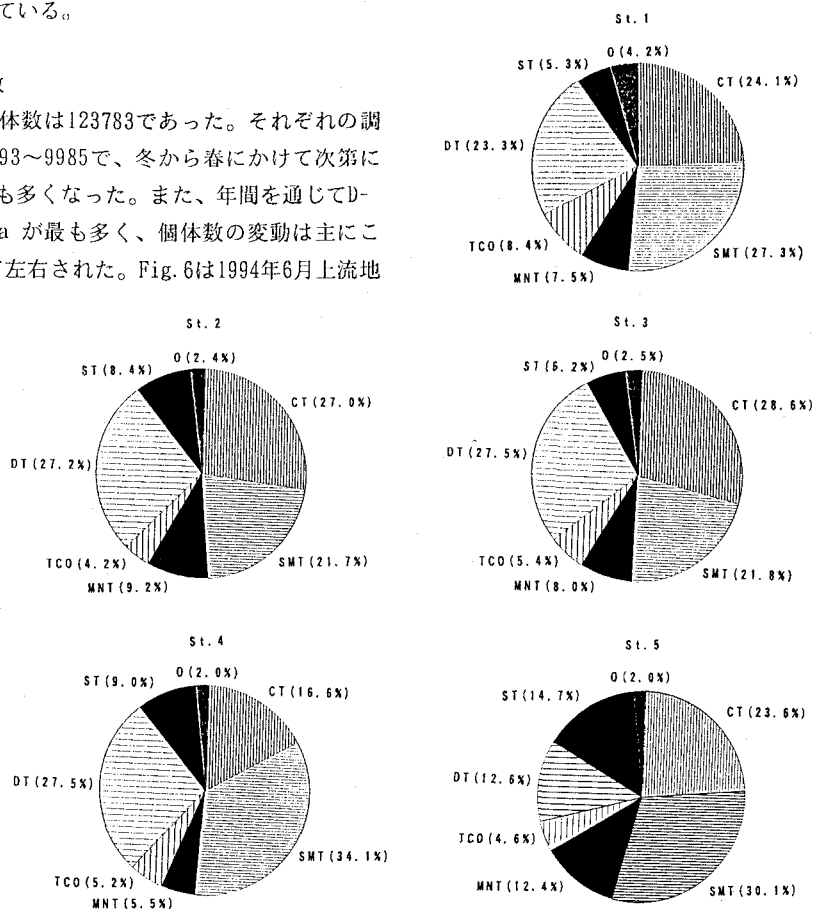


Fig. 7 Variations of life type on number of individuals at the sampling station from Aug. 1993 to Apr. 1994
CT: crawling type; SMT: swimming type;
ST: sessile type ; MNT: making net type;
TCO: Type carrying a nest with one
DT: diving type; O: other

造網型がわずか0.5%であった。その後、7月、9月にかけて遊泳型が減少し、造網型と携巣型が増加する傾向がみられた。これらの生活型の変動傾向は、工事された地点での底生動物の回復経過を端的に表している。しかし、他の生活型をもつ底生動物については明らかな変動傾向はみられなかった。

3-4 底生動物の現存量

全現存量の99.5~99.9%は水生昆虫であったが、上流のSt. 1とSt. 2が工事中の1994年7月~94年9月では、水生昆虫は全現存量の97.9~99.5%と若干低くなった。水生昆虫の目別現存量をみると、年間を通じて各地点のそれぞれの合計においては、いずれもTrichopteraが最も多く、全現存量の内の37~70%を占めた。次に全現存量のうちEphemeropteraは24~31%を占め、Dipteraは22~26%をそれぞれ占めた。

Fig. 9に示す地点間の現存量についてみると、1993年10月のSt. 3~St. 5と1994年4月のSt. 4を除いて、いずれの時期にも工事された地点での現存量が自然地点のSt. 1より多い。特に1994年2月末、改修工事が終了したばかりのSt. 6では2ヶ月足らずで現存量が同期のSt. 1より増加した。また、St. 5では生物現存量が最も多くなったことは、河川底生生物生物量で重要な構成種である造網型昆虫のヒゲナガカワトビケラの優占率が54.7%に達したからである。このことはSt. 5ではFig. 2に示すように浮き石が多く、ヒゲナガカワトビケラの生息空間として最適であったためと思われる。

現存量は個体数と同様に冬から春にかけて年間最大値となることが分かった。このことは、主に年一代という底生動物群集構成種の生活環と関連があるものと考えられる。

4. 調査結果の考察

4-1 河床状態と底生動物相

田茂木川における底生動物相は調査結果で述べたように、種数、個体数及び現存量に変動がみられ、その本流の大川における底生動物相の調査と同様な結果が得られた¹³⁾。すなわち底生動物相の種数と個体数が夏に少なくなり、秋から春にかけて増加し、春に年間の最大値に達した。これらの変動は主に群集構成優占種の羽化期は春であるという生活環にもとづくものと考えられる。

河川工事によって一時的に攪乱された底生動物相は、工事終了8ヶ月後予想以上にはやく回復し、群集構造は対照としての自然状態のSt. 1と同様な変動傾向がみられた。このことは、工事によって生息域の完全破壊された地点において補充された生物種が破壊された地点に移入・定着でき、その地点での底生動物群集の機能を回復させることを示唆している。さらに、河川改修工事に伴う河川の底質の変化が出現種の生活型と生物量に大きな影響をもたらし、工事されたほとんどの地点において、自然状態の地点より底生動物相の個

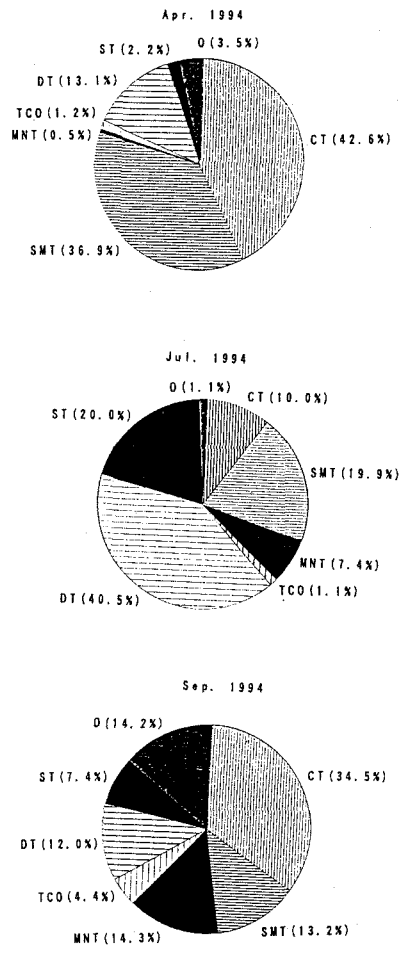


Fig. 8 Variations of life type on number of individuals at the St. 6 from Apr. 1994 to Sep. 1994
CT: crawling type
SMT: swimming type
ST: sessile type
MNT: making net type;
TCO: Type carrying a nest with one
DT: diving type
O: other

体数と現存量が増加した。これらの結果から、河川工事された地点では新たな生活空間としての河床状態が形成され、工事地点においても群集構造の多様性と複雑性が回復できることが示唆された。このことは、河床の状態の一つとして、浮き石と沈み石が河床を生活の場とする水生昆虫の生存にとって大きな影響を及ぼすということを明らかにした。すなわち、河川改修工事によって沈み石が掘り出され、表面積の大きい浮き石となり、またその裏と後ろに流れが遅い空間が生じ、水生生物に多様な生息空間が提供されることによるものと判断できる。

4-2 類似度指数

河川改修工事によって破壊された底生動物相は、調査期間内で最もはやく、わずか2ヶ月足らずで回復したことが調査によって明らかになった。工事後に底生動物の欠落した空間への生物種の供給源はどこにあるかについて究明するために共通種の類似度指数からの検討と、群集類似度指数(C λ)を用いたクラスター分析による検討も同時に行った。

(1) 共通種数による類似度指数

共通種数による類似度指数としてのSimpson指数、正宗相関率及びJaccard指数の結果をTable 2に示した。これは93年8月～94年4月各月各地点間の計5回の平均値である。これらの指数の値は両地点での共通種が非常に多い場合、底生動物相の類似性が極めて高く、その値は1に近くなる。共通種が少ない場合には0に近づくことになる。

Simpson指数、正宗相関率の結果によって、自然状態のSt.1と改修地点との間には、0.72～0.79と高い類似性があった。一方、

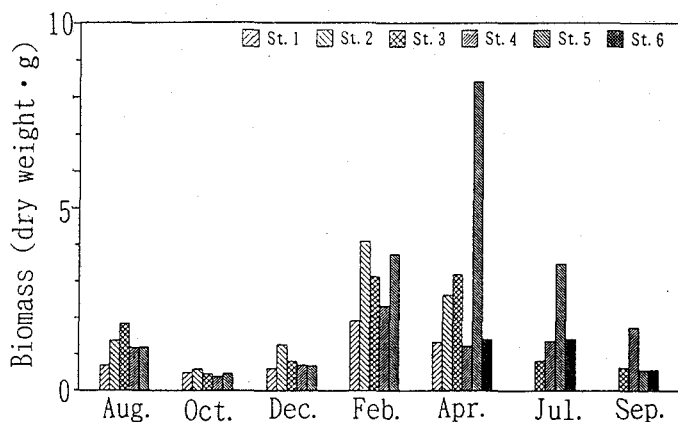


Fig. 9 Variations of biomass (Dry weight · g) at each sampling station

Table 2 The coefficient of community from Aug. 1993 to Apr. 1994

	St. 1-2	St. 1-3	St. 1-4	St. 1-5	St. 1-6
Simpson's coefficient	0.76	0.75	0.77	0.78	0.85
Percentage of affinity	0.79	0.77	0.72	0.75	0.78
Jaccard's coefficient of community	0.67	0.65	0.58	0.57	0.63
Coefficient of community loss	0.17	0.22	0.38	0.38	0.35

Table 3 The Simpson's coefficient in Apr. 1994

	St. 1-6	St. 2-6	St. 3-6	St. 4-6	St. 5-6
Simpson's coefficient	0.85	0.88	0.97	0.79	0.91

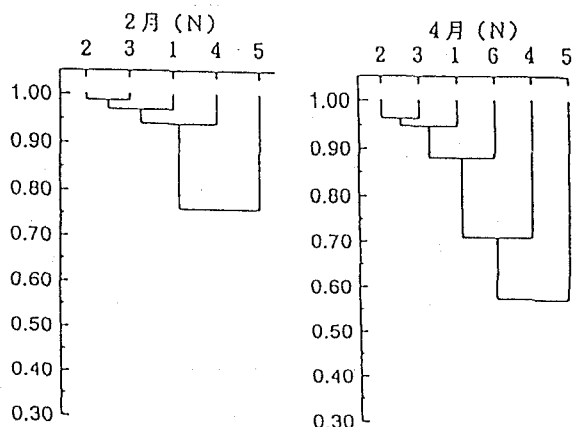


Fig. 10 The cluster analysis of similarity index(C λ) of benthic animals in the Tamoki river from Feb. 1994 to Apr. 1994

Jaccard指数は低いけれども、ほぼ同様の類似傾向がみられた。すなわち、改修地点と自然状態の地点との間に高い類似性がみられたのは、改修地点での底生動物相の回復が上流からの生物種の補充と関連があることを示唆する。河川のある場所における水生昆虫の生産構造が洪水などにより破壊された場合、その回復には、(Ⅰ)内生的な要素と(Ⅱ)外生的な要素が考えられる。前者はその場所に残存した僅かな個体の生物が元になって増殖し回復するもの、後者は主として上流から流れてくる底生動物が定着し、生産構造に加わったものである¹⁾。改修地点での回復要素が主にどちらに属するか究明するために、1994年2月末工事を終えたばかりのSt. 6で2ヶ月後の4月の出現種とその上流各地点間との類似性を調べ、その結果をTable 3に示す。ただし、工事中においては、流路変更がなされており、底生動物はほとんど生存できない状態であった。このことから改修地点での回復要素は主に上流から流れてくる種が定着し、その補充は改修地点での出現種の85～97%を占めていることが分かった。

群集損失指数を用いて、自然状態のSt. 1を対照地点として改修地点における種の置換或いは消失による種数の損失を比較した。その結果はSt. 2とSt. 3では種の損失はそれぞれ17%、22%と少ないのに対して、St. 4、St. 5及びSt. 6では35～38%と若干増加することが分かった。

(2) 群集類似度指数 (Cλ)

各地点間のサンプルが同一母集団に属するかどうか、各地点間の底生動物群集の類似度を調べた。また、個体数における群集類似度指数を平均連結法でクラスター分析を行った。ここでは多くの水生昆虫が春に羽化する生物の生活環を配慮し、羽化前の種数と個体数が年間もっとも豊富な2月と4月の群集類似度指数のクラスター分析の結果をFig. 10に示す。この結果によると自然状態のSt. 1と工事地点のSt. 2、St. 3での群集が高い類似を示し、調査区間内の生物種がほぼ同じ母集団から由来したものと考察できる。また、1993年2月末工事を終えたばかりのSt. 6での群集構造も自然状態のSt. 1との類似が0.88と高く、田茂木川の工事地点での底生動物相の回復が主に上流から流れてくる生物種の補充と、工事地点で残留された生物種との両者によってなされたものと判断できる。

以上の結果から、河川改修工事により破壊された底生動物相の回復が洪水による破壊の回復と比べて予想

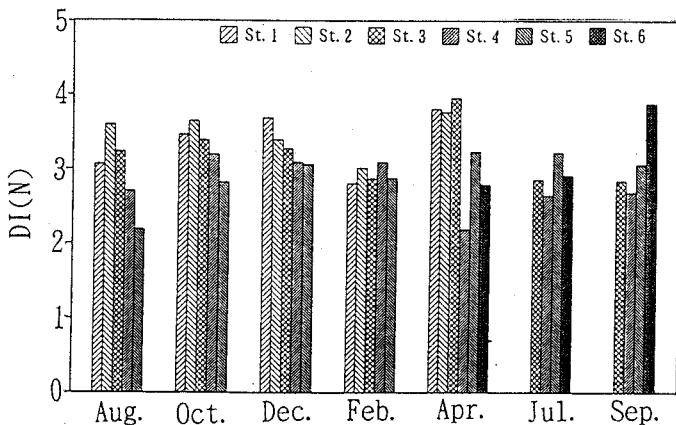


Fig. 11 Variations of DI(N) value

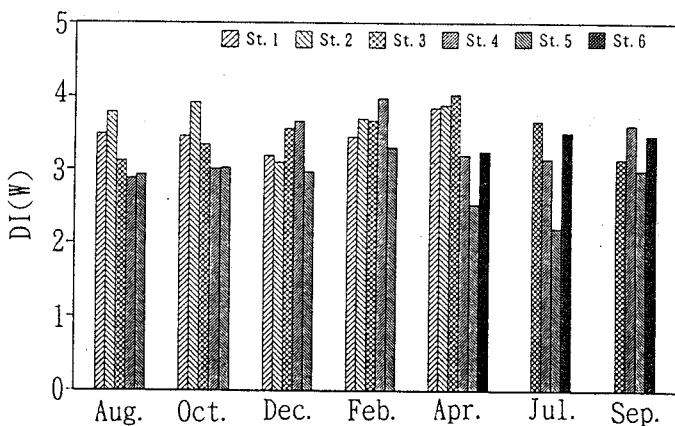


Fig. 12 Variations of DI(W) value

以上にはよいことが分かった。類似度指数から見ると、St. 1とSt. 2の両地点間の類似性が高いので、河川改修工事により破壊された底生動物相の回復の生物種の補充が主に上流から行われるものと思われる。

4-3 多様性指数(DI)

各地点の群集構造を調べるために、Shannonの個体数によるDI(N)と現存量によるDI(W)を、それぞれFig. 11とFig. 12に示した。これらの図により、全ての地点においてDI(N)とDI(W)の値は、ほぼ3以上と高く、このことから河川改修された地点では新たな生活空間としての河床状態が形成され、群集構造の多様性と複雑性が回復できることが示唆された。ただし、St. 4とSt. 5にみられる多様性指数の若干の低下は、これらの地点の第一位優占種の優占率が極端に大きくなったことによるものである。

5. まとめ

本研究では河川で安定した生息状況にある底生動物相が生息域の完全破壊を伴う河川工事や構造物の設置などによってどのように変化するか検討し、特に河川の底質の変化が底生動物の出現種及び群集構成にもたらす影響について考察を行い以下の結果を得た。

- 1)河川改修工事により破壊された底生動物相の回復が洪水による破壊の回復と比べて予想以上にはよい。
- 2)河川改修工事により破壊された底生動物相の回復の生物種の補充が主に上流から行われる。
- 3)河床状態の一つとして、浮き石と沈み石が河床を生活の場とする水生昆虫にとって大きな影響を及ぼす。
- 4)底生動物相は河川改修を評価する指標として期待できる。

最後に、本調査研究に多大な御協力をいただいた豊川拓也君（当時岩手大学学生）に心より感謝いたします。また、本研究は河川管理財団河川整備基金の助成を受けて行われたものであることを付記し謝意を表します。

<参考文献>

- 1)津田松苗編(1974)水生昆虫学, 北隆館, pp. 269
- 2)安田郁子・井山洋子(1988)河川における底生動物群のD O 日最低値とB O Dに対する指標性について, 水質汚濁研究, Vol. 11, No. 6, pp. 362-370
- 3)村上興正著(1975)生態学講座35b 生態系の保護と管理Ⅱ－動物－, pp. 73～75.
- 4)桜井善雄(1992)水域の“エコアップ(EcoUp)”, 水環境学会誌, Vol. 15, No. 5, pp. 282～2, 90.
- 5)河田薫ら編(1984)日本幼虫図鑑, 北隆館, pp. 712
- 6)上野益三編(1973)日本淡水生物学, 北隆館, pp. 760
- 7)川合禎次編(1985)日本産水生昆虫検索図説, 東海大学出版会, pp. 409
- 8)柴谷篤弘編(1990)日本の水生昆虫 種分化とすみわけをめぐって, 東海大学出版会, pp. 184
- 9)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－, 共立出版株式会社, pp. 192
- 10)Morishita, M. (1959) Measuring of Interspecific Association and Similarity between Communities, Mem. Fac. Sci. Kyushu Univ., Ser. E (Biol), Vol. 3, No. 1, pp. 65-80
- 11)森谷清樹(1976)多様性指数による水域環境の生態学的評価, 用水と廃水, Vol. 18, No. 6, pp. 729～748
- 12)David L. Courtemanch and Susan P. Davies(1987) A COEFFICIENT OF COMMUNITY LOSS TO ASSESS DETRIMENTAL CHANGE IN AQUATIC COMMUNITIES, Wat. Res. Vol. 21, No. 2, pp. 217-222
- 13)安 嬰・大村達夫ら(1993)農業地域の小河川における底生動物相による生物学的水質指数の季節変動, 環境工学研究論文集, Vol. 30, pp. 341-350