

小流路兩岸の植生管理が生物相へ及ぼす影響

Effects of Vegetation Management on Species Richness of Stream and its Riparian Zone

日置佳之* 須田真一* 裏戸秀幸** 太田望洋***

Yoshiyuki HIOKI Shin-ichi SUDA Hideyuki URATO Bohuyo OHTA

水谷義昭*** 田中真澄*** 養父志乃夫****

Yoshiaki MIZUTANI Masumi TANAKA Shinobu YABU

Abstract: Experimental vegetation management along a stream was done to clarify its effects on species richness of the stream and its riparian zone in Michinoku Lakewood National Government Park, Miyagi prefecture, northeast Japan. The research site was established along the stream and was divided into two sections with the same area size (10m (length)×6m(width)). Experimental mowing was performed in one section twice a year (experimental section) from 1995 to 1997 while the other (control section) was left alone. Data describing the stream ecosystem, such as abiotic conditions, vegetation (horizontal cover and vertical structure), flora, butterfly, dragonfly and benthos as biotic conditions were gathered in 1996 and 1997.

Consequently, following results were obtained.

- (1) Vertical structure of vegetation between the two section became quite different. Herb layer of the experimental section became open due to the mowing.
- (2) Plant species diversity in the experimental section became richer than the control section, especially in the herb layer. Most species found only in the experimental section were annual plants and perennial plants.
- (3) Species diversity of butterfly, dragonfly and benthos were richer in the experimental section.
- (4) Shannon-Wiener's diversity index of plant, butterfly, dragonfly and benthos were compared. Effects of vegetation management on species richness were remarkable for plant, moderate for flying insects and not so remarkable for benthos.
- (5) Vegetation management of stream and its riparian zone were effective for enhancement of biodiversity due to not only increasing α diversity but also β diversity

Keywords : Vegetation Management, Stream, Riparian Zone, Biodiversity, Flora and Fauna

1. はじめに

小流路は、小さな水流とその沿岸の植生帯の存在によって、止水的な環境とは異なるハビタットとなっている。すなわち、水流の中には流水を好む水生動物が生息し、また沿岸の植生帯は土手となって乾湿の環境傾度に応じたさまざまな植物が生育している。

小流路の多くは、農業上の目的で人為的に造成された用・排水路であり、かつては草刈りや底ざらいによって維持されていた。ところが、水路の人工化や除草剤の使用、あるいは水田耕作の放棄による水路管理の停止は、小流路のハビタットとしての機能（以下、本論文では「ハビタット機能」という）を変質させてきた。

ハビタット機能に着目して小流路の管理を適切に行っていくことは、低湿地の生物多様性を維持あるいは増大させる上で重要であると考えられる。小流路のハビタット機能に関連した研究としては、楡井・中村(1997)¹⁾、

*建設省土木研究所 Public Works Research Institute ** (株) 地域環境計画 Regional Environment Planning Co Ltd.

アジア航測 (株) Asia Air Survey Co. Ltd. *和歌山大学 Wakayama University

野崎ら(1998)²⁾ などが見られる。しかし、小流路のハビタット機能に関する実験生態学的研究は見られない。そこで本研究では、かつて行われていた一般的な小流路の管理のうち、植生管理に着目し、その有無がハビタット機能にどのような影響を与えるかについて実験を行って明らかにしようとした。

2. 目的

一般に、小流路の植生管理としては、土手の年2回以上の草刈りが行われてきた。このような管理はハビタット機能に次のような影響をもたらすものと予想される。

- ①土手の草刈りにより、日当たりがよくなり、好陽性の草地（草本群落）が形成・維持される。
- ②土手の草刈りにより、流水の両側または片側に開放的な空間が形成され、飛翔性の昆虫にとって行動しやすい空間ができる。
- ③土手の草刈りにより、日当たりがよくなり水流内の水温が上昇する。このため水温が高く、日照を好む水生動物相が形成される。
- ④土手の草刈りにより、水流に落下する落葉落枝が減少して流れがスムーズになり、ある程度の早さの流れを好む水生動物に適した環境が維持される。

予測されるこれらの影響が実際にあるかどうかを把握するためには、草刈りを行ったところを行わなかったところとを比較することが適当と考えられる。このため本研究では、実際に小流路で草刈りを実験的にを行い、上記の4つの影響がどの程度出るかについて把握することを目的とした。

3. 方法

研究フィールドは国営みちのく杜の湖畔公園（宮城県柴田郡川崎町大字小野地内）内の釜房湖畔にある面積約40haの湿地内の小流路とした（Figure. 1）。このフィールドでは、湿地全域の微地形、地下水位、土壌が調査され、また植生調査も行われている³⁾。小流路は、湿地の外にある丘陵地の雑木林に源流があり、国営公園外の水田で灌漑用水として使われた後、園内に流入している。

調査地は、地形分類上は丘陵地の谷底平野にあたる。国営公園内の湿地は、1975年に釜房ダムができる以前は水田または畑として使われていた。調査地は1961年の空中写真から畑と集落がモザイク状に入り組んだ場所であったと推定される。地下水位は、1995年9月から1997年2月までの間に9回測定されているが、もっとも高かった1995年の9月の値で地表から40cmであった。調査地付近の優占種による植生図をFigure 2に示した。調査区付近は、シンジュ群落、ヤナギ群落、ヨシ群落、ススキチガヤ群落などに被われている。このうちシンジュ群落は集落の周囲に有用木として植栽された樹木が残存したものと思われる。それ以外の植物群落は、耕作放棄後、植生の二次遷移によって成立したものと推定される。

調査区は平均流路幅約40cm、水深10cmの小流路に実験区間（植生管理を行う区間）と対照区間（植生管理を行わない区間）を設けた。調査区間は、幅は両岸3mずつ、延長は各々10mとした。植生管理の内容は低木を含む草刈りで、1995年、1996年、1997年の3ヶ年間、毎年7月と8月の2回実験区間の草を地際から刈り取った。両区間の相観をFigure.3に示した。

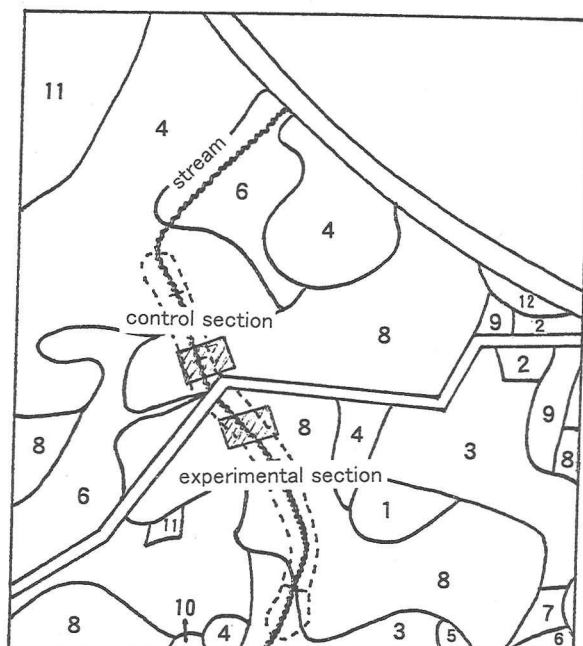
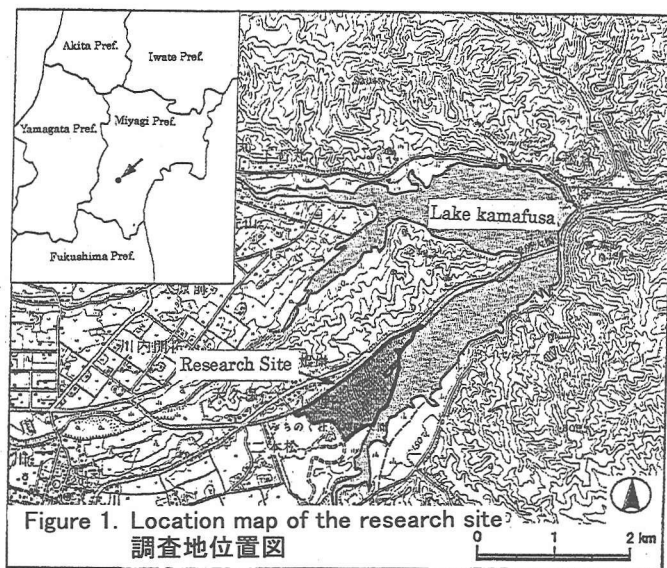
モニタリング調査の項目は、物理的環境と生物的環境とした。物理的環境については流速、流量を、生物的環境については植生・植物相、トンボ類（成虫）、チョウ類（成虫）、底生動物（トンボ類の幼虫を含む）とした。各調査項目の詳細な方法は以下のとおりである。

3. 1 物理的環境

（1）水質

BOD、T-N、T-Pはサンプルを室内で分析し、PH、DO、電気伝導度、濁度は水質測定器（堀場製作所製）を使用して現地で測定した。

（2）流量



- 1 : *Typha angustata* - *Polygonum conspicuum* community (ヒメガマ-サクラタデ群落),
 2 : *Carex dispalata* community (カサスゲ群落), 3 : *Phragmites australis* community (ヨシ群落),
 4 : *Salix* spp. community (ヤナギ群落), 5 : *Rosa multiflora* community (ノイバラ群落),
 6 : *Miscanthus sinensis* - *Imperata cylindrica* community (ススキ-チガヤ群落),
 7 : *Pleiblastus chino* community (アズマネザサ群落), 8 : *Ailanthus altissima* community (シンジュ群落),
 9 : *Humulus scandens* community (カナムグラ群落), 10 : *Solidago gigantea* community (オオアワダチソウ群落),
 11 : *Artemisia princeps* community (ヨモギ群落), 12 : Planted trees (植栽樹木)

流量は、流路を横断するラインを設置し、20～30cm 間隔で測点を設け、電磁流速計を使用して水深の 60% の深さで流速を測定した値を用いて算出した

3. 2 生物

(1) 植物

草刈り区間と対照区間の中に、各々 5×8m の方形区を設置し、ブラウン・ブランケの植物社会学的調査法により植生調査を行った。

(2) チョウ類

上記(1)と同じ方形区内の植生の垂直構造が観察できる場所から、10 分間成虫の行動を観察し記録した。記録方法は、①確認種名、②種別の個体数、③観察時の主な行動（飛翔、静止、産卵等）、④行動の高さ（高さを 0cm（＝地上または水面）、1～50cm、51～100cm、101～150cm、151～250cm、251cm 以上に区分して記録）⑤調査地内での平面的位置及び静止対象物とした。また、方形区内の行動観察終了後、区間別に探索を行った。

(3) トンボ類

上記(4)と全く同様の方法で調査した。

(4) 底生動物

両区間で、間口幅 30cm のタモ網で 100cm の距離の底質をすくいとった。採集後、10%ホルマリン水溶液で固定して室内に持ち帰り、種を同定して種別の個体数を記録した。

4. 結果及び考察

4. 1 物理的環境

(1) 水質

夏期の水質測定結果を Table. 1 に示した。BOD は十分に低く、pH は 7.6 でほぼ中性に近く、DO は 7.9mg/l で飽和度約 87.7%（水温 19 度時における純水の飽和酸素量 9.01mg/l に高度補正係数 0.98 を掛けて求めた値）と飽和状態に近かった⁴⁾。これらの値から調査地の水流は水生生物の生息環境として良好な状態にある。

(2) 流量

流速及び流量の測定結果を Table 2. に示した。両区間とも流速は 6cm 以下の緩い流れであった。両区間で流速及び流量に大きな差異はなく、生物の生息環境としてはほぼ同じ条件であると言える。なお、1996 年 6 月 28 日の流量はとくに大きかったが、これは調査前日からの降雨により増水したものである。

4. 2 生物

(1) 植物

階層別の植生構造を Figure 4. に、また方形区内の植生投影図を Figure 5. に示した。

高木層では、実験区間が植生高 6.0m、植被率 70%、対照区間が植生高 8.0m、植被率 95%で、優占種は両区間ともシンジュであった。低木層は、実験区間が植生高 2.5m、対照区間が 3.0m で、両区間とも植被率 20% でヤマグワが優占していた。草本層は、実験区間では植生高が 0.5m と低かったのに対し、対照区間では 1.6m と高かった。植被率は両区間とも 80%だった。実験区間ではとくに優占する種はなく、被度 2（植被率 10～20%）がケチミジザサ、被度 1（植被率が 1～10%）がヨモギ、ミゾソバ、トボシガラ、イ、ヘビイチゴをはじめとする湿生あるいは陽地生の種で、その他の種も多数生育していた。これに対し、対照区間はノイバラが被度 3（植被率 25～50%）、オギが被度 2（植被率 10～25%）で優占していた。

階層構造について総合すると、高木層と低木層については両区間で大きな差異はなく、草本層のみが大きく異なっており、草刈りの影響がはっきりと現れていた。すなわち、実験区間では高木がトンネル状の空間を形成し、低木がその下に島状に存在し、草本は丈が短く、下層が開けた開放的な空間となっていた。これに対し、対照区間では全層で植物が繁茂しており藪状の空間となっていた（Figure 3. 参照）。

植生の種組成を Table. 3 に示した。両区間の全層総出現種数は 73 種であった。このうち草本層の出現数は



Experimental Section

実験区間



Control Section

対照区間

Figure 3. Photo of the research site
調査地の写真

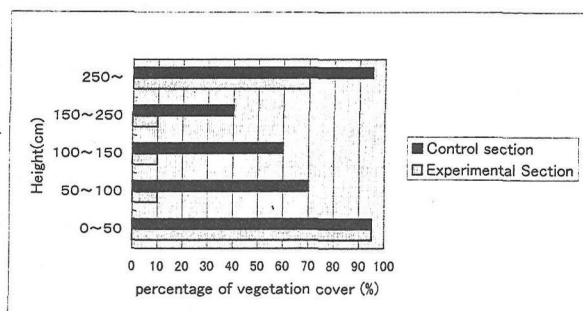
Table 1. Water quality of the stream
小水路の水質

BOD(mg/l)	1.1
DO(mg/l)	7.9
PH	7.6
Total-N	1.5
Total-P	<0.01
EC(Ms/cm)	0.15
NTU	8
water temperature(Celsius)	19

measured on August 27 1996

Table2. Quantity of flow and current velocity
流量及び流速測定結果

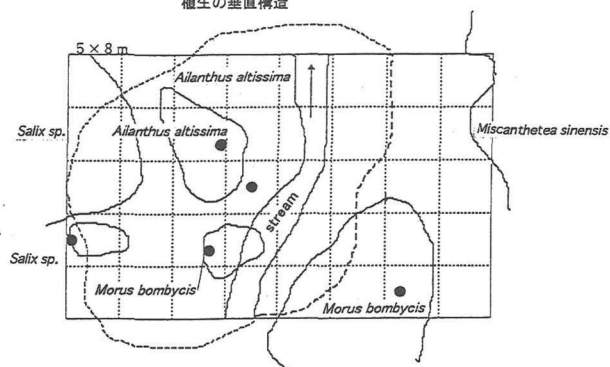
Date of measurement	Quantity of flow (l/s)		Average of current velocity (cm/s)	
	experimental section	control section	experimental section	control section
June 28 1996	0.095	0.091	6	3
July 31 1996	0.026	0.037	5	2
September 18 1996	0.019	0.027	2	2



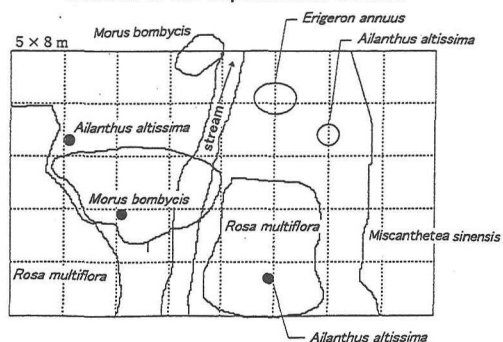
Height(cm)	Percentage of vegetation cover (%)	
	Experimental Section	Control section
0~50	95	95
50~100	10	70
100~150	10	60
150~250	10	40
250~	70	95

investigated on August 28 1996

Figure 4. Vertical structure of vegetation
植生の垂直構造



Quadrat of the experimental section



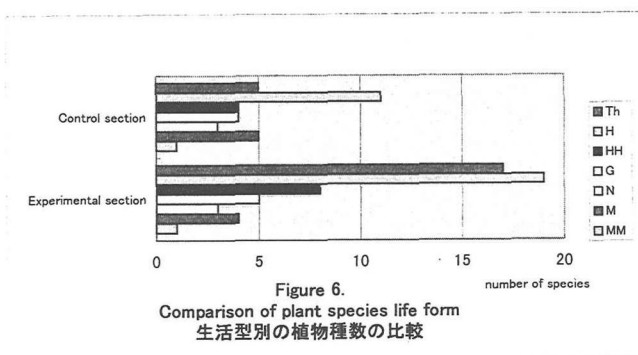
Quadrat of the control section

Figure 5. Vegetation projection diagram
方形区植生投影図

Table 3. Plant species composition between the experimental and control section
植物の種組成比較

Date of Survey		調査日	August 28th 1996		August 28th 1996			
Survey area		調査面積	5m × 8m		5m × 8m			
			Experimental section		Control section			
			実験区間		対照区間			
Vegetation height (m)	Tree layer	高木層	6.0		8.0			
植生高	Shrub layer	低木層	2.5		3.0			
	Herb layer	草本層	0.5		1.5			
Vegetation cover (%)	Tree layer	高木層	70		95			
植被率	Shrub layer	低木層	20		20			
	Herb layer	草本層	80		20			
Number of species	Tree layer	高木層	1		2			
種数	Shrub layer	低木層	3		1			
	Herb layer	草本層	56		32			
Total number of species		種数計	58		33			
Scientific name		標準和名	Life form	Cover class	Sociability	Cover class	Sociability	
			生活型	被度	群度	被度	群度	
Tree layer		高木層						
		<i>Ailanthus altissima</i>	シンジュ	MM	4	4	5	5
		<i>Pueraria lobata</i>	クズ	M			+	
Shrub layer		低木層						
		<i>Morus bombycis</i>	ヤマグワ	M	2	2	2	2
		<i>Ailanthus altissima</i>	シンジュ	MM	1	1		
		<i>Salix subfragilis</i>	タチヤナギ	M	+	2		
Herb layer		草本層						
		<i>Vitis flexuosa</i>	サンカズル	M	+	2	+	
		<i>Ampelopsis brevipedunculata</i>	ノブドウ	M	+		+	
		<i>Ailanthus altissima</i>	シンジュ	MM	+		+	
		<i>Rosa multiflora</i>	ノイバラ	N	+		3	
		<i>Paederia scandens</i>	ヘクソカズラ	N	+		+	
		<i>Equisetum arvens</i>	スギナ	G	+		+	
		<i>Rubia akane</i>	アカネ	G	+		+	
		<i>Oenathe javanica</i>	セリ	HH	+		+	
		<i>Phrasmites australis</i>	ヨシ	HH	+		+	
		<i>Artemisia princeps</i>	ヨモギ	H	1	1	1	
		<i>Geronium thunbergii</i>	ゲンノショウコ	H	+	2	+	
		<i>Geum japonicum</i>	ダイコンソウ	H	+		+	
		<i>Kalimeris pseudoyomena</i>	カントウヨメナ	H	+		+	
		<i>Achyranthes fauriei</i>	ヒナタイノコズチ	H	+		+	
		<i>Polygonum thunbergii</i>	ミゾソバ	Th	1	1	+	
		<i>Erigeron annuus</i>	ヒメジョオン	Th	+		1	
		<i>Sedum bulbiferum</i>	コモチマンネングサ	Th	+		+	
		<i>Robinia pseudoacacia</i>	ハリエンジュ	M	+			
		<i>Sasaella ramosa</i>	アズマネザサ	N	+			
		<i>Athyrium niponicum</i>	イヌワラビ	G	+			
		<i>Diosarea tokoro</i>	オニドコロ	G	+			
		<i>Matteuccia struthiopteris</i>	クサソテツ	G	+			
		<i>Juncus effusus</i>	イ	HH	1	1		
		<i>Leersia sayanuka</i>	サヤヌカグサ	HH	+	2		
		<i>Juncus leschenaultii</i>	コウガイゼキショウ	HH	+			
		<i>Scripus triqueter</i>	サンカクイ	HH	+			
		<i>Alisma canaliculatum</i>	ヘラオモダカ	HH	+			
		<i>Scirpus hotarui</i>	ホタルイ	HH	+			
		<i>Festuca parvigluma</i>	トボシガラ	H	1	1		
		<i>Duchesnea chrysantha</i>	ヘビイチゴ	H	1	1		
		<i>Boehmeria tricuspid</i>	アカソ	H	+	2		
		<i>Glechoma hederacea</i>	カキドウシ	H	+	2		
		<i>Selaginella remotifolia</i>	クラマゴケ	H	+	2		
		<i>Viola hondoensis</i>	アオイスミレ	H	+			
		<i>Polygonum cuspidatum</i>	イタドリ	H	+			
		<i>Rumex japonicus</i>	ギンギン	H	+			
		<i>Clinopodium chinensis</i>	クルマバナ	H	+			
		<i>Trifolium repens</i>	シロツメクサ	H	+			
		<i>Miscanthus sinensis</i>	ススキ	H	+			
		<i>Viola grypoceras</i>	タチツボスミレ	H	+			
		<i>Thelypteris palustris</i>	ヒメシダ	H	+			
		<i>Galium trifidum</i>	ホンバノヨツバムグラ	H	+			
		<i>Oplismenus undulatifolius</i>	ケチジミザサ	Th	2	2		
		<i>Echinochloa crus-galli</i>	イヌビエ	Th	+	2		
		<i>Microstegium vimineum</i>	アシボソ	Th	+			

<i>Lindernia procumbens</i>	アゼナ	Th	+		
<i>Bidens frondosa</i>	アメリカセンダングサ	Th	+		
<i>Cyperus orthostachyus</i>	ウシクグ	Th	+		
<i>Cerastium glomeratum</i>	オランダミミナグサ	Th	+		
<i>Stellaria media</i>	コハコベ	Th	+		
<i>Cardamine flexuosa</i>	タネツケバナ	Th	+		
<i>Commelina communis</i>	ツククサ	Th	+	2	
<i>Molsa dianthera</i>	ヒメジソ	Th	+		
<i>Pilea hamaoi</i>	ミズ	Th	+		
<i>Siegesbeckia pubescens</i>	メナモミ	Th	+		
<i>Amphicarpaea trisperma</i>	ヤブマメ	Th	+		
<i>Celastrus orbiculatus</i>	ツルウメドキ	M			+
<i>Morus bombycis</i>	ヤマゲワ	M			+
<i>Rubus parvifolius</i>	ナワシロイチゴ	N			+
<i>Carex disalata</i>	カサスゲ	HH			+
<i>Iris pseudoacorus</i>	キショウブ	HH			+
<i>Miscanthus sacchariflorus</i>	オギ	G		2	2
<i>Petasites japonicus</i>	フキ	G		+	
<i>Trisetum bifidum</i>	カニツリグサ	H		1	1
<i>Agrimonia japonica</i>	キンミズヒキ	H		+	
<i>Phalaris arundinacea</i>	クサヨシ	H		+	
<i>Potentilla centigrana</i>	ヒメヘビイチゴ	H		+	
<i>Potentilla freyniana</i>	ミツバツチグリ	H		+	
<i>Carex sp.</i>	スゲsp.	H		+	
<i>Vicia spegium</i>	カラスノエンドウ	Th		+	
<i>Impatiens textori</i>	ツリフネソウ	Th		+	



71 種で、ほとんどの種が草本層にあった。実験区間は、全層出現種数 58 種、草本層出現種数 56 種であった。これに対し、対照区間は全層出現種数 33 種、草本層出現種 32 種で、全層、草本層とも明らかに実験区間よりも出現種が少なかった。

各々の区間に出現した種の特徴を明らかにするため生活型別の組成を求めた。なお、両区間とも、全層と草本層で出現種がほとんど同じであるため、生活型組成の比較は全層のみの種数で行った。生活型は Raunkiaer⁵⁾を用い、MM (中型地上植物：8m 以上)、M (小型地上植物：2～8m)、N (わい型地上植物：2m 以下)、G (地中植物)、HH (湿生植物)、H (多年生草本) Th (1～2 年生草本) に区分した。Figure 6 に両区間の生活型別の種数を示した。このグラフから、実験区間では 1～2 年草種数が対照区間の約 3 倍、多年草が 2 倍近くあることがわかった。また、湿生植物も実験区間の種数が対照区間の倍となっていた。実験区間における種多様性の増加は主に草本の種数増加によるものであり、とくに 1～2 年草が大きく寄与していた。好陽性の草本の由来は、埋土種子と周辺からの散布種子とが考えられるが、その詳細は不明である。しかし、以上からかつて行われていたと考えられる小流路の定期的な草刈りは、好陽性の草本を中心に小流路両岸の植物の種多様性を増大させる効果があるといえる。

Table 4. Species and individuals number of butterflies between the experimental and control section
チョウ類の種数と個体数の比較

Family	Scientific name	Japanese name	Experimental section			Control section			Habitat
			1996	1997	Total	1996	1997	Total	
Papilionidae アゲハチョウ科	<i>Papilio bianor</i>	カスアゲハ				1		1	Shade forest margin
	<i>Papilio machaon</i>	キアゲハ		1	1				Sunny grassland
	<i>Papilio protenor</i>	クロアゲハ	3	1	4				Shade forest margin
Pieridae シロチョウ科	<i>Eurema hecabe</i>	キチョウ	8	5	13	1		1	Sunny grassland
	<i>Pieris malet</i>	スジグロシロチョウ	7	1	8	6	1	7	Shade forest margin
	<i>Pieris rapae</i>	モンシロチョウ	4	6	10		3	3	Sunny grassland
Lycaenidae ジミチョウ科	<i>Lycaena phlaeas</i>	ベニジミ		1	1				Sunny grassland
	<i>Takara hamada</i>	ゴイシジミ					1	1	Shade forest floor
	<i>Pseudozizeeria maha</i>	ヤマトジミ		7	7		1	1	Sunny grassland
	<i>Celestrina argiolus</i>	ルシジミ					2	2	Sunny forest margin
	<i>Everes argiades</i>	ウバジジミ	1	1	2				Sunny grassland
	<i>Shirozua jonasi</i>	ムモンカシジミ		1	1				Sunny canopy
Nymphalidae タテハチョウ科	<i>Argynnis</i> sp.	コウモンチョウ草科sp.	2	1	3	1	1	2	Sunny forest margin
	<i>Limnitis camilla</i>	イチモンジチョウ					1	1	Sunny forest margin
	<i>Limnitis glorifica</i>	アサマイチモンジ	1		1				Sunny forest margin
	<i>Neptis sappho</i>	コスジ	3	2	5	1	1	2	Sunny forest margin
	<i>Polygonia c-album</i>	シータハ		2	2				Sunny forest margin
	<i>Hestina japonica</i>	ゴマダラチョウ	1		1				Sunny canopy
	<i>Apatura metis</i>	コムラサキ	6	10	16		1	1	Sunny canopy
	<i>Ypthima argus</i>	ヒメウナギシヤノメ	29	21	50	18	25	43	Sunny grassland
Satyridae ジャノメチョウ科	<i>Minols dryas</i>	ジャノメチョウ	16	13	29	4	7	13	Sunny grassland
	<i>Lethe sicles</i>	ヒカゲチョウ		1	1				Shade forest floor
	<i>Neope goschkevitschii</i>	ササマダラヒカゲ	9		9	3		3	Shade forest floor
	<i>Ninguta schrenckii</i>	オオヒカゲ				1		1	Shade grassland
	<i>Mycalesis gotama</i>	ヒメジャノメ	3	2	5	5	1	6	Shade forest margin
	<i>Parnara guttata</i>	イチモンジセセリ	1	4	5		1	1	Sunny grassland
Hesperiidae セセリチョウ科	<i>Polytremis pellucida</i>	オオチャバネセセリ					1	1	Sunny grassland
	<i>Thymelicus sylvaticus</i>	ヘリグロチャバネセセリ	1	1	2				Sunny grassland
	<i>Thymelicus leoninus</i>	スジグロチャバネセセリ		1	1		2	2	Sunny grassland
Total number of individuals			95	82	177	41	49	92	
Total number of species			16	20	26	10	15	19	

Research month : August, September 1996
June, July, August 1997

Table 5. Species and individuals number of dragonflies between the experimental and control section
トンボ類の種数と個体数の比較

Family	Scientific name	Japanese name	Experimental section			Control section			Habitat
			1996	1997	Total	1996	1997	Total	
Coenagrionidae イトトンボ科	<i>Ischnura asiatica</i>	アシアイトンボ		1	1				Sunny stagnant water
	<i>Sympecma paedisca</i>	オウネイトンボ		2	2		2	2	Sunny stagnant water
Calopterygidae カリトンボ科	<i>Calopteryx atrata</i>	ハゲイトンボ		1	1	2	1	3	Sunny running water
Zygoptera オニヤンマ科	<i>Anotogaster siaboldii</i>	オニヤンマ	15	10	25	8	7	15	Sunny or shade running water
Aeshnidae ヤンマ科	<i>Aeshna nigroflava</i>	オオルホシヤンマ	1		1				Sunny stagnant water
	<i>Boyeria maclachlani</i>	コシホシヤンマ				1		1	Shade running water
Zygoptera エイトトンボ科	<i>Epophthalmia elegans</i>	オオヤマトンボ		1	1				Sunny stagnant water
Libellulidae トンボ科	<i>Orthetrum japonicum</i>	シオヤトンボ		4	4				Sunny stagnant water
	<i>Sympetrum frequens</i>	アキアカネ	4	3	7	1	2	3	Sunny stagnant water
	<i>Sympetrum darwinianum</i>	ナガアカネ	5		5				Sunny stagnant water
	<i>Sympetrum eroticum</i>	マユタテアカネ	13	9	22	4	3	7	Sunny stagnant water
	<i>Sympetrum kunkeli</i>	マイコアカネ	6	8	14				Sunny stagnant water
	<i>Sympetrum infuscatum</i>	バシトトンボ	138	24	162	48	48	96	Sunny stagnant water
Total number of individuals			182	63	245	64	63	127	
Total number of species			7	10	12	6	6	7	

Research month : August, September 1996
June, July, August 1997

Table.6 Species and individuals number of benthos between the experimental and control section

底生動物の種数と個体数の比較

Family	Scientific name	Japanese name	Life form	1966						1997					
				Experimental section			Control section			Experimental section			Control section		
				Jun.	Aug.	Nov.	Jun.	Aug.	Nov.	Nov.			Nov.		
Siphonuridae ツツリウダ科	<i>Siphonurus binotatus</i>	ツツリウダ科	Swimming	2			1								
Beetidae ツツリウダ科	<i>Beetis totsukawensis</i>	ツツリウダ科	Swimming		6										
Ephemereidae ツツリウダ科	<i>Ephemerella longicauda</i>	ツツリウダ科	Sprawlers			4									
	<i>Ephemerella imarishii</i>	ツツリウダ科	Sprawlers	4	1		1								
Ephemera ツツリウダ科	<i>Ephemera strigata</i>	ツツリウダ科	Burrowers								3			1	
Calopterygidae ツツリウダ科	<i>Mnais pruinosa</i>	ツツリウダ科	Swimming												3
Corulegastridae ツツリウダ科	<i>Anotogaster sieboldii</i>	ツツリウダ科	Burrowers	30+	8	2	3	1			8				10
Gomphidae ツツリウダ科	<i>Asiagomphus melanops</i>	ツツリウダ科	Burrowers		1						4				1
Nemouridae ツツリウダ科	<i>Nemoura</i> sp.	ツツリウダ科	Sprawlers	1	27	1	50+	27			1				
	<i>Amphinemoura</i> sp.	ツツリウダ科	Sprawlers		6			1							
Geridae ツツリウダ科	<i>Metrocoris histrio</i>	ツツリウダ科	Swimming	2			1								
	<i>Gerris latidominus</i>	ツツリウダ科	Swimming	2			1								
Notonectidae ツツリウダ科	<i>Notonecta trigutata</i>	ツツリウダ科	Swimming		1						21				
Beelostomatidae ツツリウダ科	<i>Diptonnychus japonicus</i>	ツツリウダ科	Swimming	1			1				3				
Sialisidae ツツリウダ科	<i>Sialis</i> sp.	ツツリウダ科	Burrowers		1	1					5				
Hydropsychidae ツツリウダ科	<i>Cheumatopsyche brevinata</i>	ツツリウダ科	Net spinning	50+	19	3		2			3				3
Phryganeidae ツツリウダ科	<i>Eubasilissa regina</i>	ツツリウダ科	Nest carrying			1					2				
Lepidostomatidae ツツリウダ科	<i>Georodes japonicus</i>	ツツリウダ科	Nest carrying			2			6						3
Nothopsychidae ツツリウダ科	<i>Nothopsyche</i> sp.NA	ツツリウダ科	Nest carrying	1											
Hydrophilidae ツツリウダ科	<i>Hydroptila</i> sp.	ツツリウダ科	Nest carrying			1									
Dytiscidae ツツリウダ科	<i>Rhantus pulverosus</i>	ツツリウダ科	Swimming			1					7				
Hydrophilidae ツツリウダ科	<i>Hydracis lacustris</i>	ツツリウダ科	Swimming												1
	<i>Iaccobius bedeli</i>	ツツリウダ科	Swimming		2										
Lampyridae ツツリウダ科	<i>Luciola cruciata</i>	ツツリウダ科	Burrowers		1										1
	<i>Luciola lateralis</i>	ツツリウダ科	Burrowers				1								
Helodidae ツツリウダ科	<i>Helodia</i> sp.	ツツリウダ科	Burrowers		1										
Elmidae ツツリウダ科	<i>Pseudamphius japonicus</i>	ツツリウダ科	Burrowers				1								
Tipulidae ツツリウダ科	<i>Tipula</i> sp.1	ツツリウダ科(その1)	Burrowers	2							1				
	<i>Tipula</i> sp.2	ツツリウダ科(その2)	Burrowers	2							1				
	<i>Antocha</i> sp.	ツツリウダ科	Burrowers	3	7		1								
Psychomorphinae ツツリウダ科	<i>Psychomorphinae</i> sp.	ツツリウダ科	Burrowers								1				
Dixidae ツツリウダ科	<i>Dixa nipponica</i>	ツツリウダ科	Swimming					2	1		1				3
Chironomidae ツツリウダ科	<i>Pentaneura</i> sp.	ツツリウダ科	Burrowers		1			2							
	<i>Macropelopia</i> sp.MA	ツツリウダ科	Burrowers	3			2								1
	<i>Procladius</i> sp.	ツツリウダ科	Burrowers								1				
	<i>Polydium</i> sp.	ツツリウダ科	Burrowers					1							
	<i>Calopsectra</i> sp.	ツツリウダ科	Burrowers			1									
	<i>Cryptochironomus</i> sp.	ツツリウダ科	Burrowers			1		1							
	<i>Orthocladinae</i> sp.	ツツリウダ科	Burrowers	1			2	11			3				1
Athericidae ツツリウダ科	<i>Atrichops ibis</i>	ツツリウダ科	Burrowers								1				2
	<i>Suragina satumana</i>	ツツリウダ科	Burrowers								1				
Pleuroceridae ツツリウダ科	<i>Semisulcospira libertina</i>	ツツリウダ科	Sprawlers					1							1
Asellidae ツツリウダ科	<i>Asellus ligendoffi</i>	ツツリウダ科	Sprawlers	5	3		3		1		1				6
Alyidae ツツリウダ科	<i>Paratya compressa</i>	ツツリウダ科	Sprawlers			3					26				
Cambaridae ツツリウダ科	<i>Procamburus charkii</i>	ツツリウダ科	Sprawlers	1	2		3				5				1
Tubificidae ツツリウダ科	<i>Tubifex</i> sp.	ツツリウダ科	Burrowers					1							1
Total number of species				14	18	13	13	10	6		23				18

(2) チョウ類

確認されたチョウ類を Table 4. に示した。チョウ類は、草地、林縁、林床性の種が中心であり、実験区間、対照区間を比較すると種数、個体数ともに実験区間の方が多かった。

特に実験区間では林縁性のキチョウ、草地性のヒメウラナミジャノメ、ジャノメチョウの個体数が対照区間に比較して明らかに多く、キアゲハ、ベニシジミ、ツバメシジミ等対照区間では確認されない種が出現した。これは草刈りによってこれらの種が好む明るい林縁や草地が創出されたためと考えられる。また、樹冠を利用するコムラサキが多く出現した。コムラサキは食樹であるヤナギ類との結びつきが強いため、タチヤナギの存在に依るところが大きいと考えられる。

対照区間においては、林縁の日陰や樹林内部を好むヒメジャノメ、オオヒカゲなどが確認された。一方、本来明るい環境を好むコムシジ、ヒメウラナミジャノメなども確認されたが、これらの種はおもに夏の日中等、高温の時間帯に休息の場として利用しているものと考えられる。

以上のことから、草刈りにより明るい開放的な空間を創出することによってチョウ類の利用空間が増大し、それによって多様性が増すことが認められた。薄暗い閉鎖的な空間も種数では劣るものの、種によってはこのような環境を好むものもあり、その他の種にとっても休息等に利用されていることが認められた。

(3) トンボ類

確認されたトンボ類を Table 5. に示した。トンボ類は、止水性の種が中心であり、流水性の種は3種のみで、実験区間、対照区間を比較すると種数、個体数ともに実験区間の方が多かった。

実験区間では流水性のオニヤンマ、特に♂のテリトリ一飛翔が対照区間に比べて多く確認されたが、これは草刈りによってテリトリ一飛翔を行うのに好適な空間が創出されたためと考えられる。また、止水性のアカネ類、特にノシメトンボが対照区間に比べて明らかに多く確認された。多くのアカネ類は初夏に羽化した後、成熟するまでの間を周辺の風通しの良い涼しい木陰などで過ごすため、草刈りによって下草が抑制され、シンジュ等の樹木によって適度な木陰のある実験地の環境がアカネ類にとって好適な環境となったものと考えられる。対照区間においてもアカネ類が確認されたが、実験区間に比べて種数、個体数共に少なかった。アカネ類にとっては林床に低木や草本が多くうっ閉しすぎており、飛翔しにくいためではないかと考えられる。

以上のことから、草刈りにより明るい開放的な空間を創出することによってトンボ類の飛翔空間が増大し、それによって種数が増すことが認められた。本実験地においては流水性の種が少ないこともあり、止水性の種の休息場所としての機能が最も顕著に認められた。

(4) 底生動物

確認された底生動物を Table 6. に示した。底生動物は、緩流から止水性の種が中心であり、実験区間、対照区間を比較すると種数、個体数ともに実験区間の方が多かった。

実験区間においては造網形のコガタシマトビケラ、掘潜形のオニヤンマが対照区間に比べて明らかに多く確認された。コガタシマトビケラは上流から流下する粒状有機物を摂食するため、常に一定した流れのある環境を好む種であり、オニヤンマは砂泥底に浅く潜って生活するため、落葉等が厚く堆積するような環境を好まない。また、一部落葉等が浅く堆積している部分では、落葉を用いて巣を作る携巢形のトビケラ類や匍匐形のオナシカワゲラ属が確認された。

一方、対照区間においてはコガタシマトビケラがほとんど確認されず、オニヤンマの個体数も少なかったが、匍匐形のオナシカワゲラ属、掘潜形のカガンボ科、エリユスリカ亜科の種が多く確認された。オナシカワゲラ属は堆積した落葉や砂泥底の表層を好む種であり、カガンボ科、エリユスリカ亜科の種は堆積した落葉の中から多く採集されたことから、粗大有機物の堆積を好む種と考えられる。

このような底生動物相の違いが見られる原因としては、実験区間では草刈りによって小流路周辺の植物が取り除かれるため落葉などの粗大有機物の落下や堆積が少なく、常に一定の流速が確保された環境が形成されるが、対照区間ではそれが多く、流れが滞留しがちな環境となっているためと考えられる。

以上から、草刈りにより明るい開放的な空間を創出することによって小流路内の底生動物相が変化し、多様性が増すことが認められた。また、薄暗い閉鎖的な小流路も多様性の面では劣るものの、種によってはこのような環境を好むものもあり、さらに多くの底生動物の餌となる有機物の供給源としての役割も考えられることから全体としてはこの双方の環境が存在することが底生動物にとって望ましい小流路と考えられる。

5. 種多様度の比較

植生管理のハビタット機能への影響を定量的に把握するため、両区間の各種群別の種多様度を求めた。種多様度とは、種類のな多様性は、種類数が増えるほどまた種間の量的な関係が均等になるほど増大する⁶⁾。ここでは一般的によく用いられている Shannon-Wiener の多様度指数⁶⁾を求めた。

$$H = - \sum_i p_i \log p_i$$

Table 7. Comparison of diversity index*
種多様度の比較

	Experimental section	Control Section
Plant	5.12	3.47
Butterfly	3.55	2.89
Dragonfly	1.82	1.30
Benthos	3.93	3.33

*Shannon-Wiener's diversity index

この多様度指数には、種の被度または個体数が加味されており、種数が同じ場合には均等性が高いほど多様度が高くなる。Table. 7 に各種群の多様度指数を示した。多様度指数はいずれの種群でも実験区間の方が高かった。両区間の多様度指数の比率を種群間で比較すると、植物でもっとも大きく、ついでトンボ類、チョウ類の順で、水生昆虫類がもっとも小さかった。

植物は植生管理の影響をもっとも直接的に受け、好陽性の種が増すために多様度の差が大きくなった考えられる。また、水生昆虫は連続した水流に生息するため相互の区間の行き来が容易であり、また水温は気温に比べて日照の影響を受けにくいため両区間の種組成に差が生じにくかったのではないかと考えられる。チョウ類とトンボ類はともに種数に差があるものの、個体数が多い種が両区間に共通して出現しており、多様度指数の上では大きな差にはならなかった。

今回の結果からは、植生管理の種多様性への影響は種群間で差が認められた。小流路の両岸で植生管理を行うと、植物でもっとも影響が大きくなり、空中飛翔性の種群では影響の大きさが中間的であり、水流内の種群ではもっとも影響が小さかった。よく「明るく開けた空間をつくと生物の多様性が増す」という言葉を耳にするが、その効果の程度は種群によって異なることが示唆された。いずれにせよ、両区間を総計した種の多様性はどの種群でも大きくなっており、異なる環境をつくったことの種多様性増大への効果が認められた。単純に全ての場所で草刈りなどの植生管理を行うよりも、植生管理を行う区間と行わない区間の両方を設けることが、小流路の全体的な種多様性を高める上で効果があるものと考えられる。

謝辞

調査にあたって、国営みちのく杜の湖畔公園工事事務所並びに(財)公園緑地管理財団みちのく管理センターのみなさんに大変お世話になった。また、土木研究所緑化生態研究室の百瀬浩氏にはデータの分析についてご教示いただき、同研究室の伊藤隆氏とローション早紀子さんには図表の作成などにご協力いただいた。これらの方々には厚く御礼申し上げます。

引用文献

- 1) 楡井秀夫・中村俊彦(1997): 日本の農村生態系の保全と復元Ⅶ; 水田用水路の大型水生動物と圃場整備, 国際景観生態学会日本支部会報, 3, 70-71
- 2) 野崎健太郎・辻彰洋・神松幸弘・山本敏哉・平澤理世・石川俊之(1998): 中池見湿地の水生生物相と水環境の関係, 日本生態学会誌, 48, 187-192
- 3) 日置佳之・田中隆・塚本吉雄・田中真澄・奥戸秀幸・養父志乃夫(1998): 湿地型ビオトープ計画のための土地的环境ポテンシャル評価手法に関する研究, ランドスケープ研究, 61, 523-528
- 4) 新井正(1994): 水環境調査の基礎, 76-79, 古今書院
- 5) 伊藤秀三(1977): 群落の組成と構造, 朝倉書店, 203-206
- 6) 木元新作・武田博清(1989): 群集生態学入門, 126-129 共立出版