

移入サケ科魚類の現状と在来魚種への影響

千歳市埋蔵文化財センター

代表 久原 直利

北海道

調査概要

調査計画では、千歳川水系において野外調査を行い、野外観察から移入サケ科魚類であるブラウントラウト (*Salmo trutta*)、ニジマス (*Oncorhynchus mykiss*) が、在来サケ科魚類である、アメマス (*Salvelinus leucomaenis*)、サクラマス (*Oncorhynchus masou masou*) に与える影響を評価することを目的としていた。しかし、実際に野外調査を行ったところ、千歳川水系においては、在来、移入サケ科魚類ともに、その個体数が極めて少ないことがわかった。これは、近年千歳川に、ブラウントラウトが生息していることが、釣り人の間に知られたことにより、釣りによる捕獲圧が非常に高くなったため、在来、移入どちらのサケ科魚類の個体数も激減してしまったためと考えられる。

このような理由で、野外でサケ科魚類種間の関係を検討することは叶わなかったため、計画を一部変更し、河川に実験区間を設け、そこに魚種を放して観察することにした。このような実験により、魚類種間の関係をより明確に捕らえることができると考えた。

実験は、北海道大学苫小牧研究林の協力により、研究林内を流れる幌内川で行った（写真1、2）。本研究では北海道の在来種であるアメマス、サクラマスと外来種であるブラウントラウト、ニジマスを用いて様々な組み合わせにおいて外来種が在来種に与える影響を評価した。

実験方法

実験に用いた個体は全て北海道石狩川水系千歳川に流入する河川で電気漁具を用いて採集した。

実験は苫小牧研究林内を流れる幌内川で2002年8月下旬から12月上旬にかけて行った。幌内川は湧水起源の河川で実験期間中の水温は12℃前後であった。

実験区間は上流側から下流側まで25mで、両端を外部から魚類が侵入しないようにプラスチック製の網で仕切った。網の支柱を河床に打ち込む際、杭打ち機を用いた（本経費で購入）。各魚種1回ずつ、20個体（体サイズ：10～15cm）を実験区間に放し、定位点の観察を行った。その後、潜水観察により定位点の調査を行った。観察は下流側から上流側に向かって進んでいき、定位位置を目視により判断した。

潜水観察後、電気漁具を用いて供試魚を全て回収した。回収した個体は魚種による食性の違いをみるためにただちに吐き戻し法により胃内容物を採集した。採集した胃内容物は70%エタノールで固定した。

実験区間の流路水面上に1m間隔で流れに対して垂直になるように側量用水系を張り、そこに50cm間隔で観測点をとった。各観測点について水深（cm）、流速（cm / s）及びカバー近接度（cm）を測定した。流速はプロペラ回転数カウント式流速計を用いて、水深の6割の点で計測した。カバー近接度は最短距離にあるカバーまでの距離を流路平面図から計測した。定位点についても潜水観察後に同様の環境計測を行った。

魚種ごとの微生物場所利用を検討するために、供試魚の定位点と観測点（この全てを微生物場所として魚が利用可能な点と仮定する）の水深、流速、カバー近接度についての魚種ごとの選好性を

求めた。選好性を求めるためにまず、水深5cm刻み、流速5cm/s刻み、カバー近接度100cm刻みの階級に分け、頻度分布を作成した。

また、4魚種の定位点の水深、流速、カバー近接度を説明変数として主成分分析を行った。PC1を横軸、PC2を縦軸にして散布図を作成し、その最外郭からそれぞれの魚種が微生息場所として利用した環境の特性を評価した。

胃内容物の同定は、実体顕微鏡下で陸生生物と水生生物に大別し、それぞれ湿重量(mg)で測定した。(専門家に依頼;本経費のうち謝金)。各魚種ごとに陸生生物と水生生物の質重量の平均値をそれぞれ求め、t検定を用いて差の検定を行った。

結果

潜水観察により定位点の観察ができたのはブラウントラウト14個体、ニジマス24個体、アメマス10個体、サクラマス17個体だった。

選択度指数を比較すると、どの魚種も水深25~45cmの場所を好み(図1)、流速はどの魚種も20~35cm/sの場所を好むことが明らかになった(図2)。カバー近接度は0~100cmの階級にどの魚種も高い選択度指数を示した(図3)。しかし、それぞれの変数において魚種間では有意な差はなかった($P>0.05$)。

主成分分析の結果、PC1はカバーから離れている程その値は大きくなり、水深が深い程、小さくなった。また、PC2は特に流速の影響を受け、流速が大きい程その値は大きくなった(表1)。従って、散布図の右側(PC1>0)はカバーから離れていて浅いということが影響している。逆に左側(PC1<0)はカバーに近くて深いということが強く影響している。一方、散布図は上に向かう程、流速が速くなる。

図4より、ブラウントラウトとサクラマスは微生息場所の選好性の範囲が広く、また選好性の範囲が似ていた。一方ニジマスは流速に関係なく他

魚種よりもカバーへの依存度が高い傾向がみられた。アメマスはカバーまでの距離に関係なく他魚種よりも流速の遅いところを選好する傾向がみられた。

定位していた層について、ブラウントラウトは底に定位する傾向があった。また、ニジマスは全ての個体が底層に定位していた。アメマスは中層に定位する傾向があった。サクラマスは表層から底層にかけて幅広く定位していた(図5)。

胃内容物はブラウントラウト、ニジマス及びアメマスは水生生物が有意に多かったが、サクラマスには有意差はなかった(t検定: ブラウン $P=0.027$ 、ニジマス $P=0.001$ 、アメマス $P<0.001$ 、サクラマス $P=0.134$; 図6)。

考察

本研究では野外実験からブラウントラウト、ニジマス、アメマス及びサクラマスの4魚種が利用した微生息場所の特性を水深、流速、カバー近接度の単変量ごとに分析し、同時に微生息場所の範囲について検討した。微生息場所の特性を単変量ごとにみた場合、いずれも魚種間で有意な違いはなかったので、基本的にはその利用様式は似ていると考えられる。利用場所の特性は、流速が比較的速く、深くてカバーに近接しているところと表された。

カバーに近接しているところを利用する傾向は、カバーが水流の障害物となって好適な採餌場所を形成することや、陸上からの捕食圧を緩和できるからと考えられる。

主成分分析の結果、ブラウントラウトとサクラマスは浅くてカバーから遠いところも利用したことが明らかとなった。サケ科魚類がカバーから遠いところに定位する理由として小型の個体が水生の大型捕食者を回避するためと考えられている。ブラウントラウトとサクラマスではこのような個体がみられたため、PC1で大きな値が得られ散布

図の最外郭の範囲が広がったと考えられる。流速についてはこの2種は遅いところから速いところまで利用した。一方、ニジマスは流速に関係なくカバーに近いところを微生物場所として利用した。また、アメマスはカバー近接度に関係なく流速が遅いところを微生物場所として利用した。このように定位点の流速に同魚種内で差があるのは、供試魚の体サイズが異なるためだと考えられる。

これらのことから、アメマスはやや流速の遅いところに定位する傾向があるが、4魚種の微生物場所の利用範囲は似ていると考えることができる(図4)。よって、4魚種が同所的に生息している河川では生息空間をめぐる干渉型競争が起こりうると考えられる。

微生物場所について定位層を含めた三次元レベルで考えると底から中層にかけて定位していたブラウントラウト、ニジマス、アメマスの胃内容物は水生生物が有意に多かった。底層から表層にかけて幅広く定位していたサクラマスの胃内容物は陸生生物と水生生物の平均値に有意差はなかった。外来種が水生生物を餌として利用すると、水生生物に対して捕食の影響、さらには在来生態系への間接的な影響が懸念される。

微生物場所の選好性は4魚種間で似ていたことから、外来種による在来種への影響は競争能力の優劣に依存すると考えられる。これまでの研究から、ブラウントラウトはアメマス、サクラマスよりも競争能力が高いことが示唆されている。一方、ニジマスは、アメマスよりも競争能力が高かったが、サクラマスに対してはそのような傾向はみられなかった。このことから、ブラウントラウトとは異なり、ニジマスは微生物場所をめぐる競争においてアメマスに対してのみ有利となることが示唆された。

まとめ

本研究の結果から

ブラウントラウトが河川に侵入した場合、アメマス、サクラマスの個体数の減少や成長率の低下といった影響があると考えられる。

一方、ニジマスが河川に侵入した場合、アメマスにはブラウントラウトが侵入した際と同様の影響が現れるが、サクラマスに対する影響はあまり現れないことが予想される。

今後、競争関係の結果としてみられる成長率の低下あるいは個体数の減少を調査することによってより適切な在来種の保護・管理を行うことができると考えられる。



写真1 実験を行った幌内川の様子

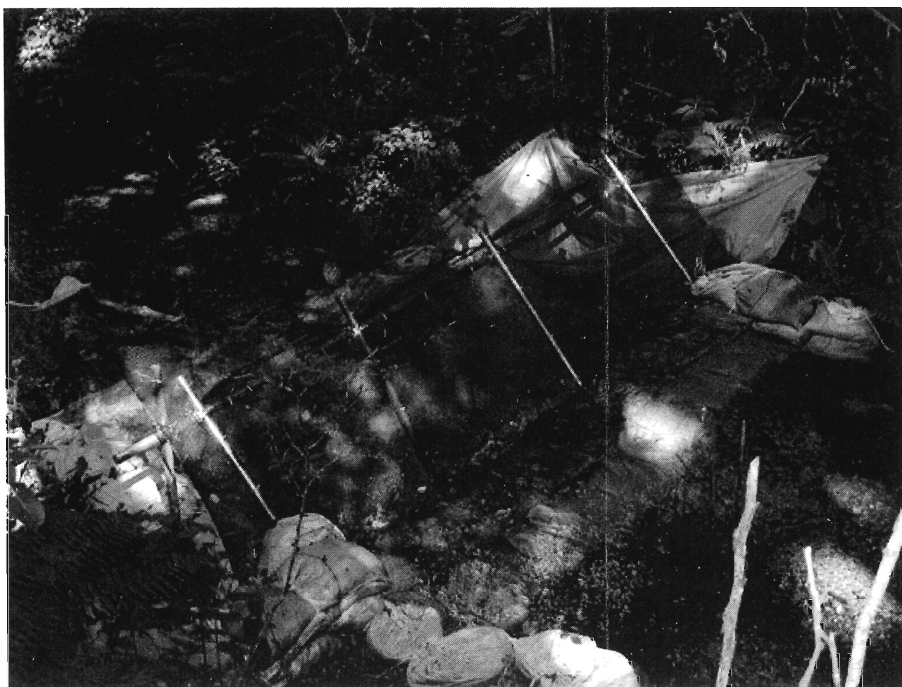


写真2 実験区の上下流端に設置した網

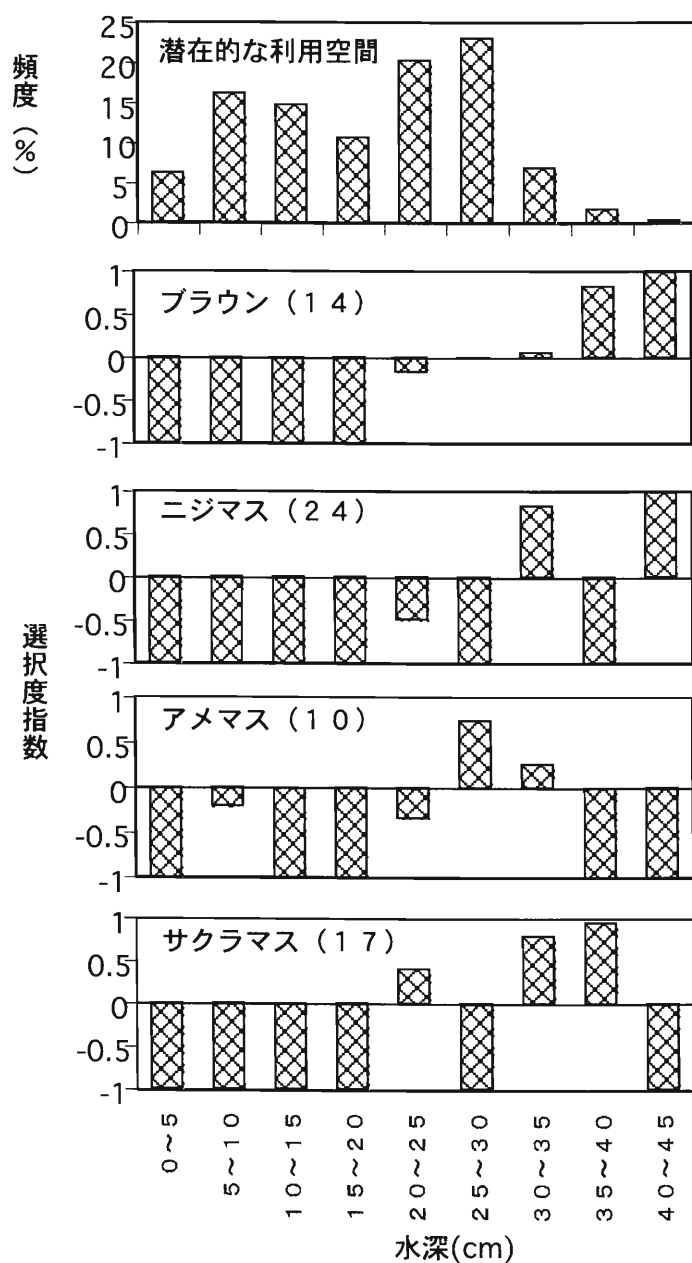


図1 実験区間における水深の頻度分布と各魚種の水深に対する選好性。括弧内の数字は観察できた個体数を示す。

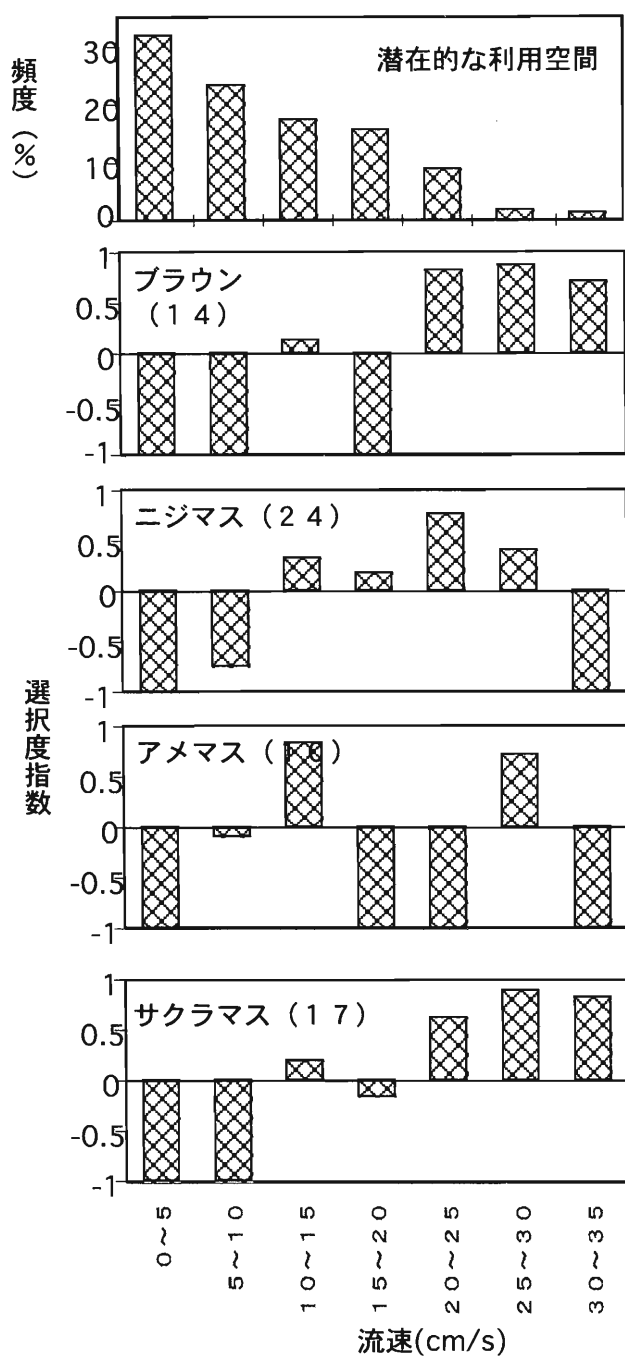


図2 実験区間における流速の頻度分布と各魚種の流速に対する選好性。括弧内の数字は観察できた個体数を示す。

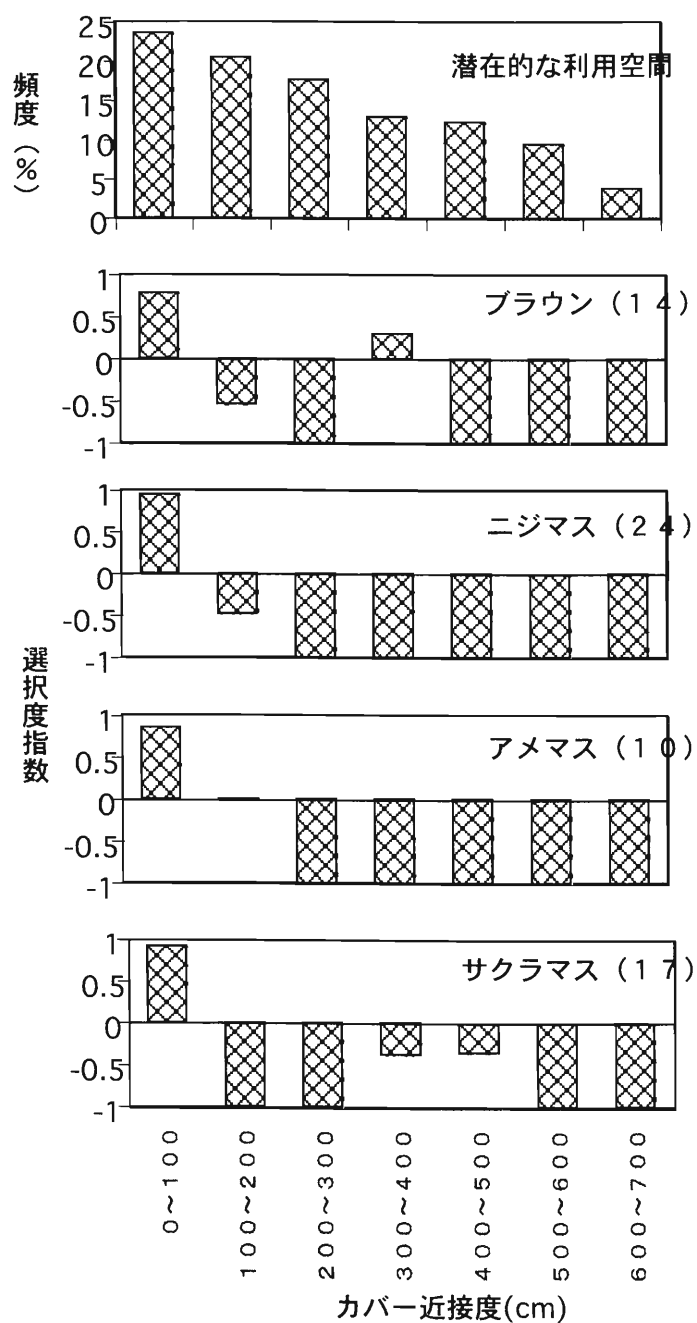


図3 実験区間におけるカバー近接度の頻度分布と各魚種のカバーに対する選好性。
括弧内の数字は観察できた個体数を示す。

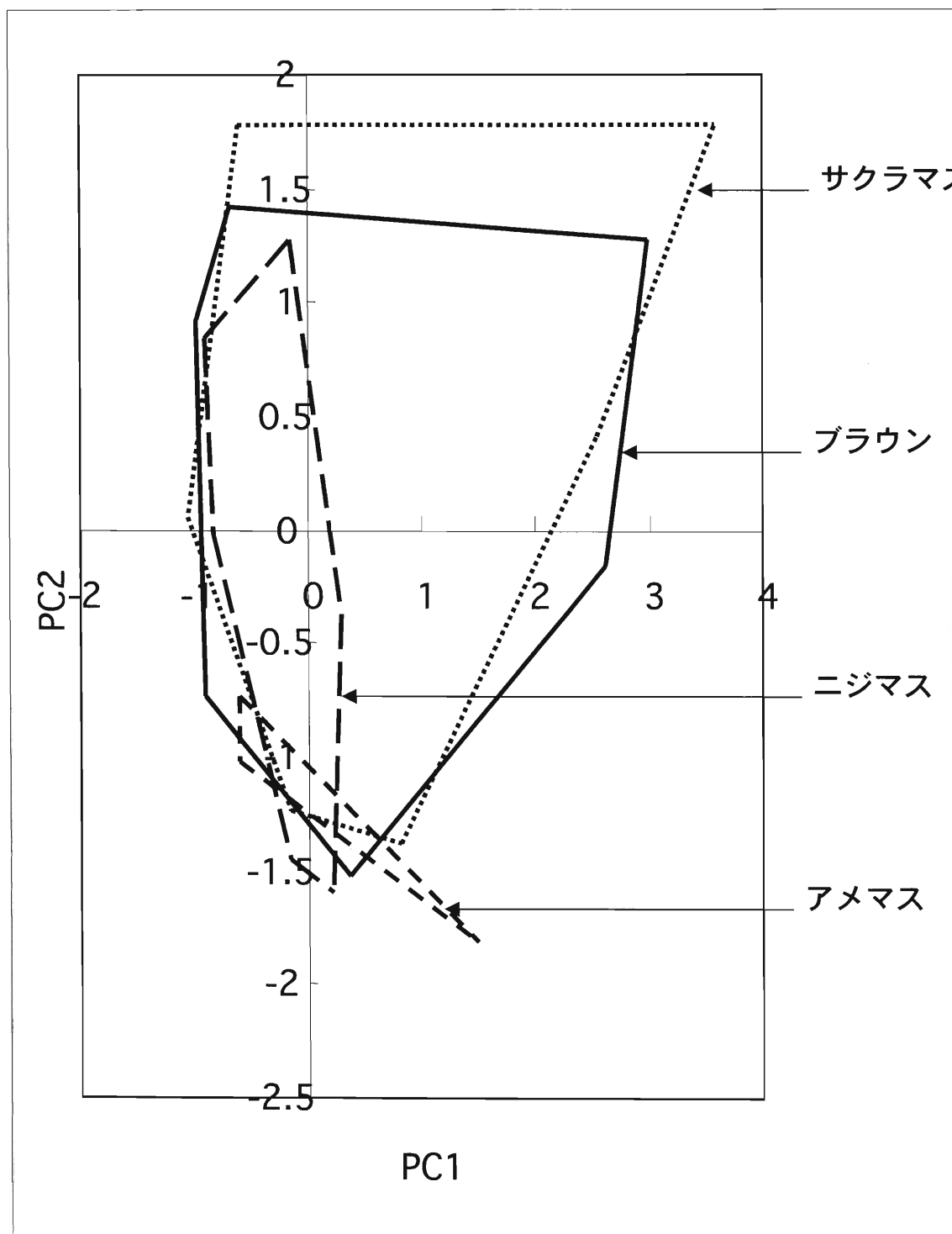


図4 PC1を横軸にPC2を縦軸にとって、魚種ごとのマイクロハビタットの選好性の範囲、重なりを示した。

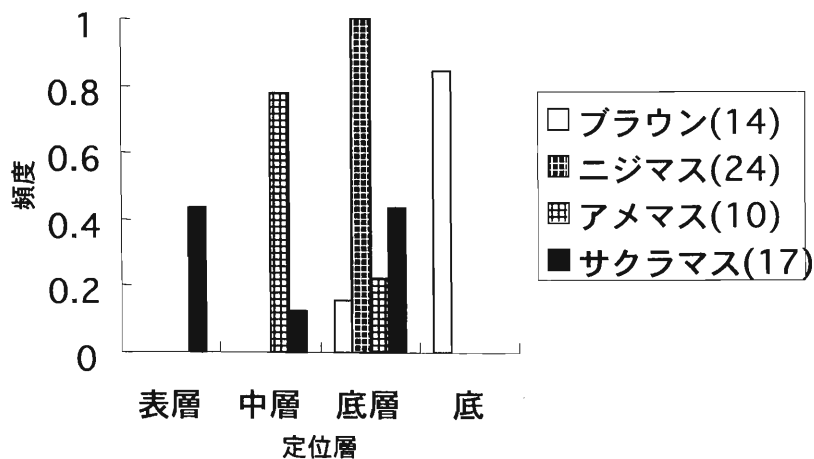


図5 魚種ごとの定位層の頻度分布。括弧内の値は観察された個体数。

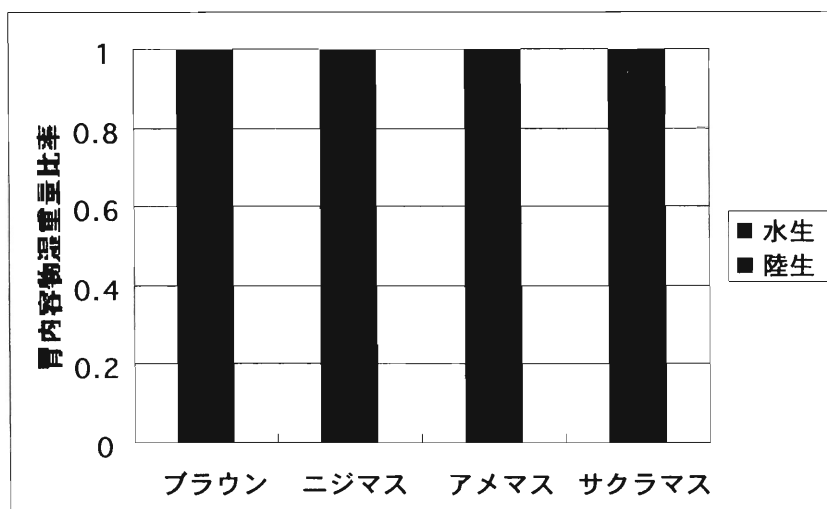


図6 t 検定の結果、胃内容物の平均値はブラウン(p=0.027)、ニジマス(p=0.001)、アメマス(p=0.001)は有意に水生生物が多かったが、サクラマス(p=0.134)では有意差がなかった。

表1 カバー近接度、水深、流速を説明変数として主成分分析を行ったときのPC1、PC2、固有値及び累積寄与率。PC1は大きくなる程カバーから遠く、浅いことを示す。逆に、小さくなる程カバーに近く、深いことを示す。PC2は流速の影響を強く受け、流速が速くなる程、値は大きくなる。

	カバー近接度	水深	流速	固有値	累積寄与率(%)
PC1	0.790	-0.776	2.710E-0.2	1.226	40.883
PC2	0.328	0.366	0.921	1.089	77.196

別表1) 千歳川産サケ科魚類4種 ニジマス、サクラマス、アメマス、の胃内容物組成

胃内容物		水生												
湿重量 (g)		カゲロウ						カゲラ			トビケラ			端脚
		ヒラタ	ヒメアサ	コカゲロウ	トビイロ	マダラ	ミドリ	オナシ	アミメ	ナガレpupa	ヤマ	エダリ	カケツ	ヨコエビ
	Fish No.	ミヤマニガリ	エドモン	マダラC			マダラD			アサバ			トビモン	コカケツ
ニジマス	1	0.81												
	2							4.39						4.45
	3													0.82
	4													
	5				3.20									
	6													
	7													
	8													
	9													
	10													0.43
	11													2.50
	12													9.71
	13													0.97
	14													0.04
	15				1.94						24.08			15.64
	16													
	17													
	18													
	19													33.60
	20													

胃内容物 湿重量 (g)		双翅					鞘翅			その他		
		ユスリカ	ユスリカ蟻	ガハシ	ガハシ蟻	アユ	ガハシ(幼)	ヒメトロシ	ヒメトロシ成			
		Fish No.					コウチュウ1			ヒメ1	ヒメ2	水生昆虫 稚魚
ニジマス	1											
	2											
	3											
	4											
	5											
	6									0.01		
	7									2.07		
	8		0.26									
	9		0.01							0.73		
	10									0.01		
	11											
	12											
	13											
	14											
	15											
	16											
	17											
	18											
	19											
	20											

胃内容物

湿重量 (g)

陸生

		鱗翅		トビケラ	双翅	膜翅	鞘翅	等脚	多足類	環形	クモ	その他
		幼虫	成虫	成虫	成虫	成虫	アリ	ワラジムシ		ミミズ		
Fish No.												
ニジマス	1											
	2											
	3											
	4											
	5											
	6											
	7											
	8											
	9											
	10											
	11											
	12											
	13											
	14											
	15											
	16					0.53						
	17											
	18											
	19											
	20											

胃内容物

湿重量 (g)

水生

		カゲロウ					カゲラ			トビケラ			等脚
		ヒメカ	ヒメカ	コカゲロウ	トビイロ	マダラ	ミドリ	オナ	アミ	ナガノ pupa	エダリ	カケツ	ヨコヒ
Fish No.		ミヤマカゲラ	エダモン			マダラC	マダラD						
ブラウントラウト	1												
	2												
	3												
	4												
	5												12.43
	6												5.65
	7												
	8												
	9												
	10												
	11												
	12												
	13												
	14												
	15												
	16												
	17												
	18												
	19												
	20												
	21												
	22												
	23												
	24												
	25												

胃内容物
湿重量 (g)

		双翅				鞘翅			その他		
		ユスリカ	ユスリカ蛹	ガガンボ	ガガンボ 蛹	ブユ	ガムシ(幼)	ヒメドロマシ	ヒメドロマシ成		
	Fish No.						コウチュウ1			ヒメ1	ヒメ2 水生昆虫 稚魚
ブラウントラウト	1										
	2	176.33	6.13								
	3										
	4	0.30				0.15				0.19	
	5									0.11	
	6									0.14	
	7										
	8										
	9										
	10										
	11										
	12										
	13										2.90
	14										
	15										
	16										
	17					2.68					
	18										
	19							0.86		0.64	
	20										
	21						0.96				
	22	0.57				2.49					
	23										
	24	0.16				0.30					
	25										

胃内容物
湿重量 (g)

混雑量 (g)		陸生											
		鱗翅	トビ	クサ	双翅	膜翅	鞘翅	等脚	多足類	環形	ヒ	その他	
					ガ	ン	ユスリカ	オドリバエ	アリ		ワラジムシ		
	Fish No.	幼虫	成虫	成虫	成虫	成虫				オサムシ		ミミズ	
ブラウントラウト	1												
	2												
	3												
	4												
	5												
	6												
	7												
	8												
	9												
	10												
	11												
	12												
	13												
	14												
	15												
	16												
	17												
	18												
	19												
	20												
	21												
	22												
	23												
	24												
	25												

胃内容物
湿重量 (g)

		水生					カゲラ			トビケラ			端脚
		カゲロ	ヒメダサ	コカゲロ	トビイロ	マダラ	ミドリ	オナ	アミ	ナガ pupa	エダリ	カグツ	ヨシ
	Fish No.	ミマタニガウ	エモン			マダラC	マダラD			アガ	トビモン	コカグツ	
サクラマス	1	5.39								7.65	46.54	3.55	
	2											0.52	0.40
	3	1.92						2.30		1.71	6.29		1.33
	4											8.41	2.64
	5				0.18	25.41		3.36			66.73	4.84	34.82
	6							2.10	3.41			16.51	303.72
	7										94.18		2.12
	8											6.99	
	9												16.05
	10											71.94	0.56
	11	2.72							4.29				0.07
	12	0.25		8.49				0.90					0.35
	13	1.36		27.13								67.10	107.30
	14	2.02			2.90			0.62			108.33		13.81
	15		8.63		0.14	43.20		7.88			45.62	28.22	25.10
	16											32.16	9.42
	17	3.67										76.62	
	18									1.96		194.56	2.65
	19	5.63										2.95	0.19
	20	2.92											
	21	6.14									12.90		
	22											173.11	
	23							0.09				5.03	8.73
	24										53.02	110.11	31.33
	25		14.82			7.51							16.38
	26	0.23						0.47				6.93	34.60

胃内容物
湿重量 (g)

		双翅					鞘翅			その他			
		ユスリカ	ユスリカ	ガノン	ガノン	ノミ	ガノン(幼)	ヒメノミ	ヒメノミ成	ヒメ1	ヒメ2	水生昆虫	稚魚
	Fish No.						コチ						
サクラマス	1	0.08											
	2	0.30						0.52		0.01			
	3	0.20						2.06		0.35			
	4		1.03							0.35			
	5	1.79							0.47				
	6	6.98			0.75								
	7												
	8				3.53								
	9	0.38	2.27					0.90					
	10	5.07				4.80							
	11	0.95		3.46		1.94							
	12	0.96								0.19			
	13	32.49		3.13									
	14	5.38											
	15									2.44			
	16	1.01							0.82				
	17												
	18		0.99	0.97									
	19												10.15
	20	0.30											
	21	1.91					2.93					4.16	
	22												
	23	2.78											
	24	1.22											
	25									0.16			
	26				0.20								

胃内容物
湿重量 (g)

陸生

Fish No.	鱗翅		トビケラ		双翅		膜翅	鞘翅	等脚	多足類	環形	珧	その他
	幼虫	成虫	成虫	成虫	成虫	成虫							
サクラマス	1												
	2												
	3												
	4												
	5												
	6												
	7												
	8												
	9												
	10								6.77				
	11												
	12												
	13												
	14												
	15	24.16	3.41										
	16												
	17						7.65						
	18												
	19	5.65			0.16				12.55				
	20	78.56									313.45		
	21												
	22												
	23												
	24			2.52									1.08
	25	47.08				5.98		110.24					
	26	126.39							4.95			38.40	7.43

胃内容物
湿重量 (g)

水生

Fish No.	カゲロウ					カゲラ			トビケラ			端脚
	ヒメカ	ヒメカ	コカゲロウ	トビイロ	マダラ	ミドリ	オナシ	フミ	カゲ pupa	エダリ	カケツ	
アメマス	1		2.00		9.28					2.11		76.24
	2		15.77							1.32		20.72
	3									1.36		103.86
	4									73.53		37.85
	5									1.84		1.18
	6		15.70							7.98	7.54	16.20
	7									3.26	29.46	7.53
	8		9.74	0.50						5.76		35.67
	9									2.45	16.48	
	10				11.78		0.71			1.48	1.64	13.67
	11									61.05		6.56
	12						0.77	1.42		1.07	14.23	34.17
	13				7.63					4.11	7.59	
	14	0.85								0.35		12.95
	15				12.56					3.94	72.87	
	16		64.46									
	17	2.11										2.75
	18	1.13					0.63			30.69		
	19	3.91								18.44	8.51	5.03
	20									12.61	11.21	1.36

胃内容物
湿重量 (g)

		双翅					鞘翅			その他			
		ユスリカ	ユスリカ蟻	ガガンボ	ガガンボ	蟻	アユ	ガムシ(幼)	ヒメドクムシ	ヒメドクムシ成			
	Fish No.						コクチョウ				ヒメ1	ヒメ2	水生昆虫 稚魚
アメマス	1												
	2												
	3												
	4												
	5	1.45											
	6												
	7												
	8	0.01											
	9												
	10	0.01											
	11	9.67											
	12												
	13												
	14												
	15	1.39											
	16	6.60											
	17	0.73											
	18	1.22											
	19												
	20	0.98											

胃内容物
湿重量 (g)

		陸生											
		鱗翅		トビ	双翅	膜翅		鞘翅	等脚	多足類	環形	クモ	その他
		幼虫	成虫	成虫	成虫	成虫	アリ	オサムシ	ワラジムシ		ミミズ		
アメマス	1												
	2												
	3												
	4												
	5												
	6												
	7												
	8												
	9												
	10												
	11												
	12												
	13												
	14												
	15												
	16												
	17												
	18												
	19												
	20												