

## 2. 東西モニタリング・エリアの魚類相

勝呂尚之<sup>1)</sup>・石綿進一<sup>2)</sup>・齋藤和久<sup>2)</sup>

### The Freshwater Fish Faunas of the East-West Research Areas in the Mountainous Region of Tanzawa

Naoyuki Suguro, Shin-ichi Ishiwata & Kazuhisa Saitou

#### 要 約

東西モニタリング・エリアの東丹沢・中津川流域と西丹沢・大又沢流域の各 8 地点で、夏と秋に魚類採集調査を実施し、魚類相と生息魚の生態について比較検討を行った。東丹沢では西丹沢に多く出現したカジカは採集されず、出現魚種数、総個体数、生息密度およびバイオマスのすべての項目において西丹沢より数値が低かった。東丹沢ではコア・エリアを含め魚類が全く生息していない河川が存在した。また、生息するヤマメの繁殖状況や肥満度からも、東丹沢の河川環境がヤマメの生息に適していないことが判明した。これらの要因として東丹沢の山体崩壊、砂防堰堤、周辺植生の劣化、土砂の流入等が考えられた。

また、ヤマメの消化管内容物を調査したところ、9 綱 22 目の生物が出現し、陸生生物では、落下昆虫、水生生物では水生昆虫が主に利用されていた。陸生昆虫は、コウチュウ目とバッタ目、水生昆虫では、カゲロウ目、トビケラ目およびハエ目が多かった。開空度と消化管内容物を比較した結果、開空度が低い河川では、陸生生物の割合が高く、高い河川では、水生生物の割合が高かった。東西エリアで比較すると、西丹沢は出現目数が多く、かつ消化管内容物の充満度が高かった。

#### (1) はじめに

この地域における詳細な淡水魚の調査が行われたのは、前回の丹沢大山総合調査(相模湾海洋生物研究会, 1997)と県淡水魚増殖試験場(現在の水産技術センター内水面試験場)による調査(勝呂・中田, 1995; 勝呂・安藤, 1996)で、ヤマメ・カジカ等の分布や溪流環境の悪化が明らかにされ、在来個体群の保護についての提言が行なわれている。

本調査では、荒廃の激しい東丹沢・中津川流域と比較的自然度が高く生態系が保全されている西丹沢・大又沢流域において魚類採集調査を実施し、魚類相と生息魚の生態について比較検討を行った。今回は、溪流環境を多面的に捉えるため、水生昆虫グループ、両生類グループおよび藻類グループとの連携を図り、調査場所の一部を同じ地点あるいは同じ沢を調査水域として選定し、その結果を総合的に考察した。

#### (2) 調査方法

##### A. 魚類採集と測定

丹沢山地の東西モニタリング・エリアで、各河川における魚類相、資源量および各種の成長および繁殖状況を明らかにし、溪流魚から見た両エリアの評価を行った。東西モニタリング・エリアにおいて各 8 地点ずつ定点調査水域を設置し、夏期と秋期の 2 回、のべ 8 日間の魚類採集調査を実施した。調査地点は、藻類グループと水生昆虫グループおよび両生類グループと連携させて決めた(図 1)。調査方法は、調査地点の 50m をエレクトリック・フィッシャー(スミスルート社 12 型)と曳き網(幅 2m × 高さ 1m × 深さ 0.5m)、又手網(幅 0.5m × 高さ 1.0m)および手網(直径 0.5m)等を用いて採集した。採集魚は、現場で麻酔(田辺製薬 FA100)を使用して、種査定(中坊, 1993)と体長・体重の測定を行った後、調査地点に再放流した(図 2)。

また、定点調査の他にも東西モニタリング・エリアの内外



図 1. 東西モニタリング・エリアの調査地点図, 左; 東丹沢モニタリング・エリア, 右; 西丹沢モニタリング・エリア

1) 神奈川県水産技術センター内水面試験場 2) 神奈川県環境科学センター



図 2. 東西モニタリング・エリアにおける定点調査の状況，上；エレクトリック・フィッシャーを用いた魚類採集，下；麻酔を用いた魚体測定

において，同様の採集方法による魚類採集を随時行い，魚類の分布状況を調査した。

### B. ヤマメの消化管内容物の分析

採集したヤマメの一部は消化管内容物を調査するため，現場で測定後，10%ホルマリンで固定した。消化管内容物は固定した標本から試験場で摘出し，県環境科学センターで分析した。消化管内容物は，実体顕微鏡下で，陸生動物，水生動物に類別し，湿重量および乾燥重量を計測した。また，消化管内容物中に占める割合の多い上位3分類群（主に目レベル）を記録した。ここで，水生昆虫の成虫は陸生とした。なお，カゲロウの亜成虫および羽化遊泳中のトビケラの蛹は水生とした。乾燥重量は，60℃ 24時間で乾燥し，その後，0.001mg 単位まで計測した。なお，筒巢をもつトビケラの幼虫については，筒巢の重量を除き秤量した。

### C. 環境調査

調査地点では環境調査を実施し，水質（堀場 水質チェッカー U-11），流量（TOHO KEISOKU CO,LTD 磁気流速計 TK-105D）および開空度（各調査地点の樹冠で覆われる率）を測定した。

### D. 結果の解析

調査結果から，各地点の魚類相，流量あたりの生息密度とバイオマス（総重量），魚種ごとの体長組成と肥満度を両エリアで比較検討した。さらにヤマメの消化管内容物を解

析し，両エリアで消化管内容物充満度や出現した生物目数等を比較した。ただし，充満度については，水野（1972）を参照とし，以下の式で算出した。

$$\text{充満度} = \text{消化管内容物乾燥重量 (g)} / \text{体重湿重量 (g)} \times 106$$

### (3) 調査結果

#### A. 魚類採集結果

東西モニタリング・エリアの定点調査では，イワナ，ヤマメおよびカジカの3種が採集された（図3）。出現魚種の採集場所・採集月日・尾数等の詳細については，目録に別途記載した。また，各採集調査において実施した環境調査の結果を表1に示した。

2004年の出現魚種は，イワナ，ヤマメおよびカジカの3種，東丹沢（中津川水系）では，夏101尾，秋45尾，合計146尾，夏はイワナ31%（平均体長133.5mm，体長最小値～最大値54～292mm）が出現し，ヤマメ69%（125.4mm，58～183mm），秋がイワナ44%（98.6mm，58～188mm），ヤマメ56%（125.8mm，84～177mm）であった。西丹沢（大又沢水系）では，夏336尾，秋276尾の合計612尾が出現，夏はイワナ4%（139.2mm，61～255mm），ヤマメ65%（88.7mm，71～155mm），カジカ31%（62.4mm，21～111mm），秋がイワナ5%（123.6mm，68～198mm），ヤマメ57%（105.6mm，48～235mm），カジカ38%（58.2mm，20～116mm）であった（図4，図5-1）。

魚類全体の生息密度は，東丹沢では夏45.6尾/m<sup>3</sup>・分，秋24.5尾/m<sup>3</sup>・分，西丹沢で夏82.3尾/m<sup>3</sup>・分，秋



図 3. 東西モニタリング・エリアにおける定点調査で採集された魚類，上；イワナ，中；ヤマメ，下；カジカ

表 1. 東西モニタリング・エリアの調査定点における水質環境

地点	河川名	地点名	調査年月日	気温 (°C)	水温 (°C)	PH	電導度 (cm/s)	濁度	D O (mg/l)	流量 (l/min)	天気	測定時間						
<b>東丹沢・中津川水系</b>																		
E-1	塩水川	堰堤下	2004	7 15	28.5	17.5	41	10	10.7	346.2	晴	15:30						
				11 17	8.6	10.6						8.23	12:00					
			2005	6 8	19.7	12.9						12.4	399.8	曇	16:30			
				10 13	16.2	12.7									8.00	14:00		
E-2	キュウハ沢	堰堤下	2004	7 15	27.1	18.8	40	25	9.7	243.7	晴				13:00			
				11 17	9.2	9.2									8.24	10:00		
			2005	6 29	21.4	15.8						51	7	10.5	203.1	曇	10:00	
				11 16	9.0	7.7											7.30	14:00
E-3	本谷川	本谷橋	2004	7 15	28.9	19.8	38	3	8.3	665.6	晴						14:00	
				10 30	16.3	9.9											8.26	16:50
			2005	6 29	21.4	17.0						53	1	10.3	575.3	曇	11:00	
				11 16	8.6	8.9											7.20	15:00
E-4	大洞沢	本流	2004	7 15	25.8	19.0	79	10	9.9	18.4	晴						10:00	
				6 29	22.3	16.9											8.1	101.2
			2005	11 16	9.7	10.4						7.70	10.1	13.0	曇	10:00		
				7 15	25.8	16.1						7.49	9.2	76.7	晴	11:00		
E-5	大洞沢	支流	2005	6 29	22.2	15.0	8.4	31.0	8.4	31.0	曇	14:00						
				11 16	8.6	8.8						4.5	曇	11:30				
			2004	6 25	21.0	13.6						6.80	42	3	10.8	541.3	雨	11:00
				10 30	17.5	10.4												8.07
2005	6 8	20.7	13.3	8.9	374.5	曇	10:30											
	10 13	16.5	13.9					8.00	11:5	492.6	曇							10:00
E-7	押出ノ沢	林道橋上流	2004					6 25	21.0	13.1	43	4	10.8	101.9	雨	13:00		
								10 30	18.5	10.5						8.20	80.0	12:10
			2005	6 8	22.4	13.7	9.0	58.2	曇	11:30								
				10 13	16.8	13.6										8.10	15.4	86.6
E-8	地獄沢	道路上	2004	6 25	22.0	13.2					49	3	10.4	218.7	雨	15:00		
				10 30	17.5	11.0										8.10	350.0	曇
			2005	6 8	22.0	13.8	7.8	72.7	曇	14:30								
				10 13	16.8	11.5										8.00	13.1	142.7

地点	河川名	地点名	調査年月日	気温 (°C)	水温 (°C)	PH	電導度 (cm/s)	濁度	D O (mg/l)	流量 (l/min)	天気	測定時間								
<b>西丹沢・大又沢水系</b>																				
W-1	セギノ沢	林道崩壊堰下	2004	7 6	32.0	15.9	48	3	10.2	149.6	晴	16:00								
				11 8	12.2	11.6						8.46	131.5	晴	16:00					
			2005	6 1	23.5	12.7						8.20	8.5	48.6	晴	16:00				
				10 26	15.5	11.6											10.7	273.9	曇	16:00
W-2	イデン沢	忍橋下流	2004	8 2	30.2	15.7	48	9	11.1	165.7	晴						10:00			
				11 24	11.0	15.7											8.54	8.7	145.0	晴
			2005	7 6	22.5	14.1						53	12	10.1	76.1	雨	10:00			
				11 9	13.8	9.4												7.40	10.1	76.1
W-3	白水ノ沢	白水沢橋	2004	8 2	30.5	16.6	58	13	10.8	400.1	晴							11:00		
				11 24	11.7	10.6												8.32	8.9	368.0
			2005	7 6	20.3	15.0						8	10	10.4	319.8	曇	11:00			
				11 9	13.8	10.0												7.20	8.3	283.8
W-4	バケモノ沢	分流点上	2004	8 2	28.9	16.5	47	13	8.2	425.2	晴							13:00		
				11 24	13.7	10.7												8.35	8.2	414.0
			2005	7 6	17.6	14.7						6	10	9.8	468.7	晴	13:00			
				11 9	12.9	11.0												7.30	8.4	143.1
W-5	大又沢	千鳥橋上 (本流)	2004	7 6	32.0	18.0	7.05	60	5	8.6	1272.6							晴	13:00	
				11 8	13.8	12.2													7.85	8.6
			2005	6 1	25.5	15.7						8.10	60	3	9.3	428.9	晴		14:00	
				10 26	15.9	12.4														8.10
		千鳥橋上 (分流)	2004	7 6	32.0	18.3	6.96	60	3	9.2	266.3							晴		13:00
				11 8	13.8	12.2														
			2005	6 1	25.5	17.1						8.20	10.5	8.6	7.7	105.2	晴		14:00	
				10 26	15.9	12.4														
W-6	法行沢	中法行沢橋下	2004	7 6	29.8	16.4	51	4	8.3	262.1	晴							11:30		
				11 8	13.8	11.9												8.52		514.0
			2005	6 1	25.5	13.2						7.80	11.0	9.0	105.2	曇	11:30			
				10 26	15.9	11.7												7.80	11.0	206.7
W-7	法行沢	法行橋上	2004	7 6	29.5	17.7	57	12	8.0	409.1	晴							10:00		
				11 8	13.8	12.4												8.34	8.0	920.3
			2005	6 1	24.0	12.0						7.80	10.5	8.0	6.0	205.9	曇	10:00		
				10 26	15.9	12.0													7.80	10.5
W-8	大又沢	乙女岩	2004	8 2	30.5	18.4	64	9	10.8	731.8	晴								16:00	
				11 24	11.9	11.4													8.23	8.8
			2005	7 6	19.1	16.4						7.00	9	0	9.9	223.8	曇	14:00		
				11 9	12.5	11.0													7.00	9

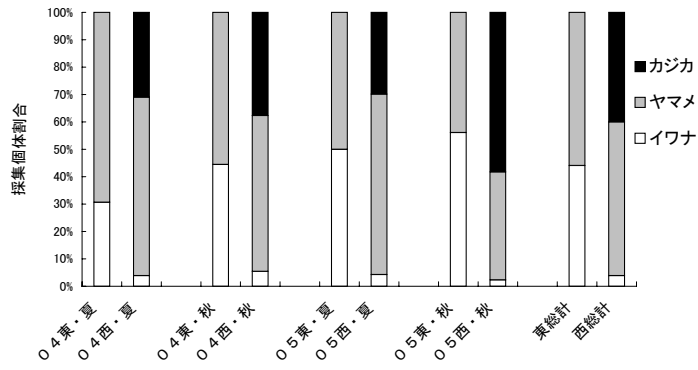


図 4. 東西モニタリング・エリアにおける魚類相の比較

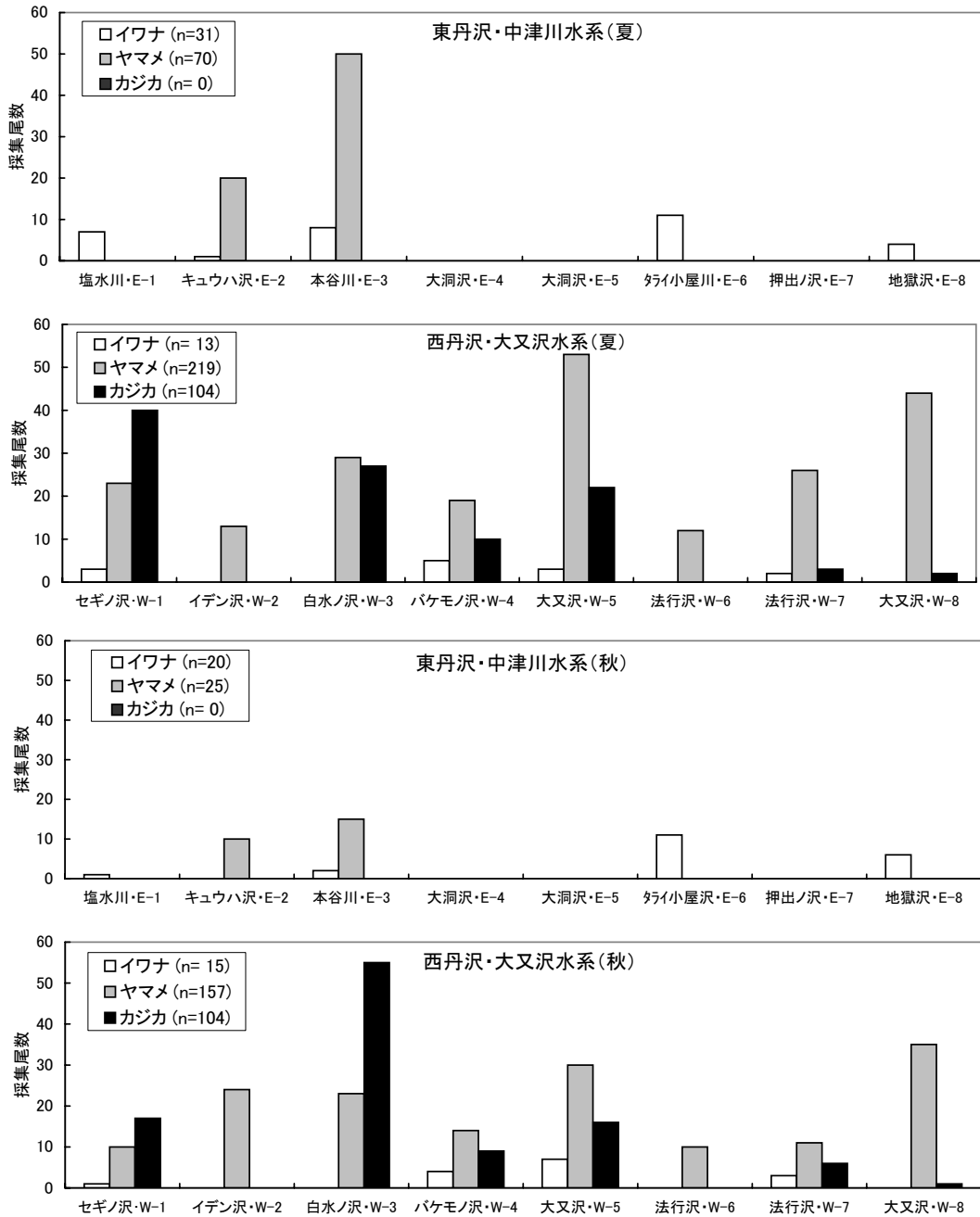


図 5-1. 東西モニタリング・エリアにおける調査定点別魚類出現数の比較・2004 年

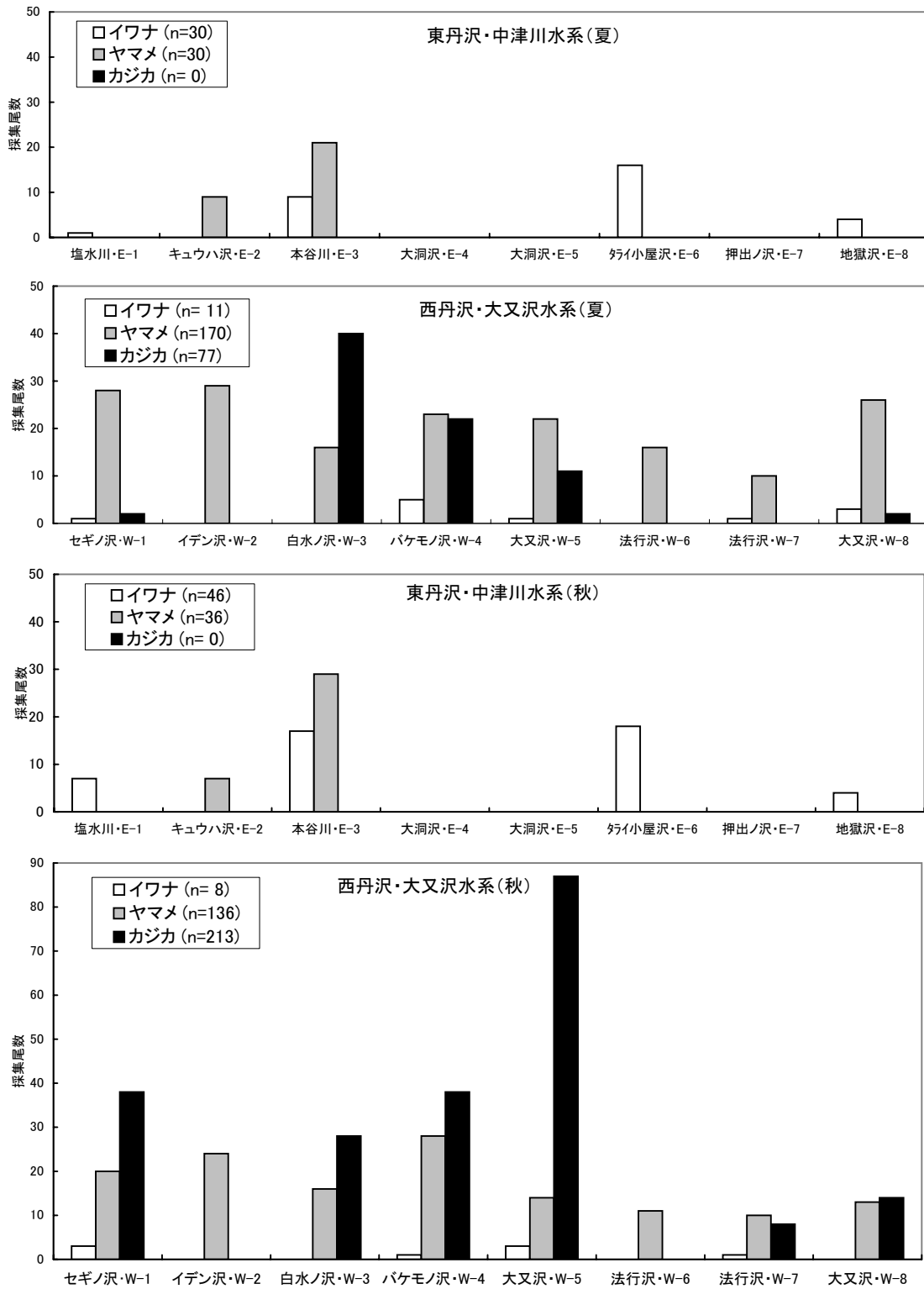


図 5-2. 東西モニタリング・エリアにおける調査定点別魚類出現数の比較・2005 年

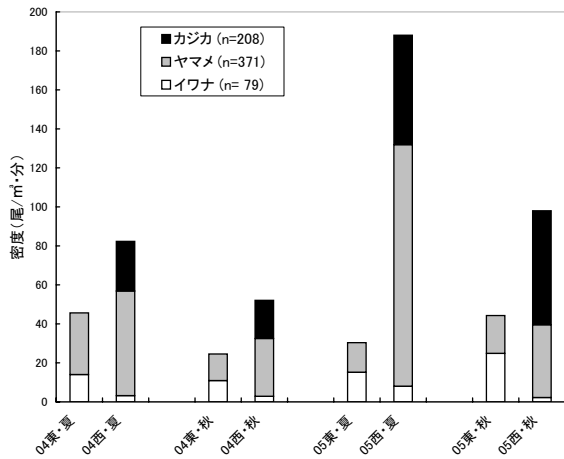


図 6. 東西モニタリング・エリアにおける流量あたりの魚種別生息密度の比較 (2004 ~ 2005 年)

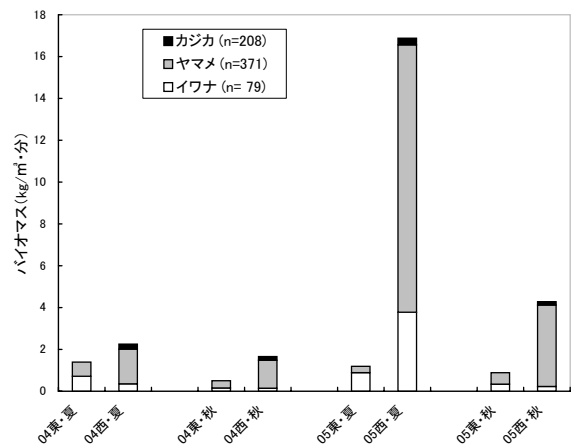


図 7. 東西モニタリング・エリアにおける魚種別バイオマスの比較 (2004 ~ 2005 年)

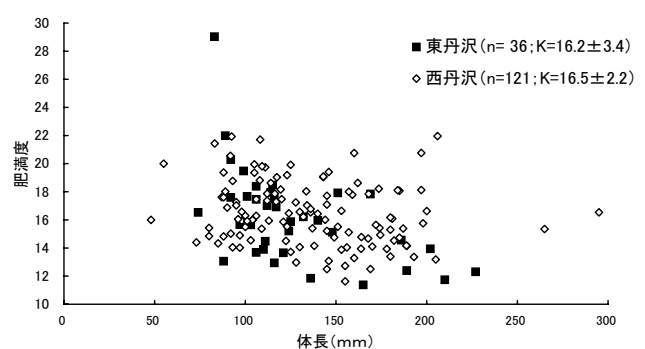
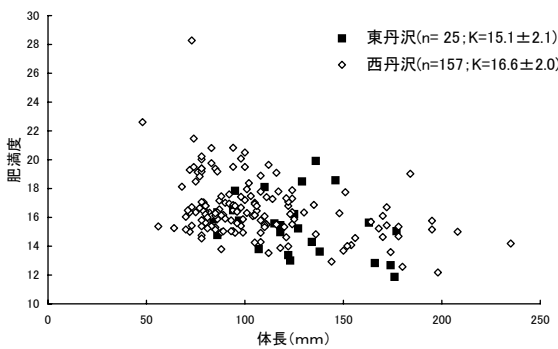
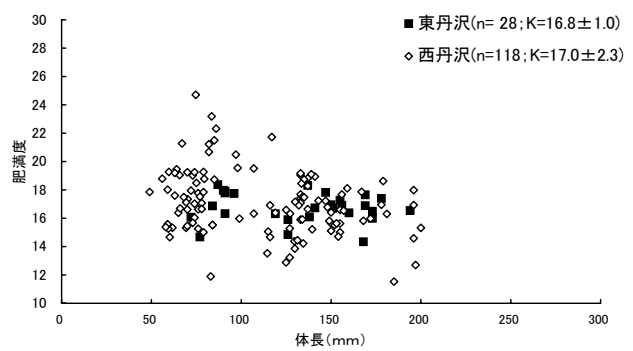
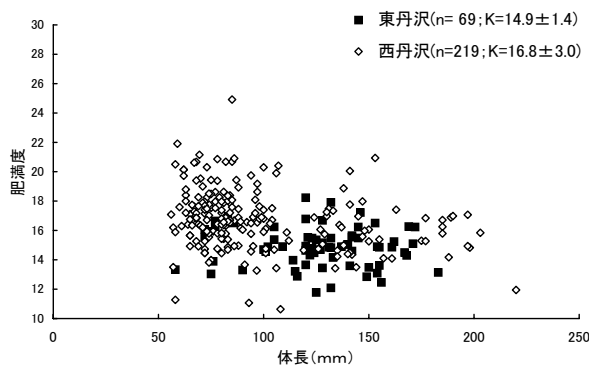


図 8-1. 東西モニタリング・エリアで採集したヤマメの体長と肥満度の比較・上; 2004 年夏, 下; 2004 年秋

図 8-2. 東西モニタリング・エリアで採集したヤマメの体長と肥満度の比較・上; 2005 年夏, 下; 2005 年秋

52.1 尾 / m<sup>3</sup>・分であった (図 6)。流量あたりバイオマス (魚類の総重量) は、東丹沢では夏 1.39kg / m<sup>3</sup>・分, 秋 0.50kg / m<sup>3</sup>・分, 西丹沢では夏 2.25kg / m<sup>3</sup>・分, 秋 1.66kg / m<sup>3</sup>・分であった (図 7)。

西丹沢では東丹沢よりも、出現魚種も出現尾数も多く、また、生息密度およびバイオマスが高かった。東丹沢では全く出現しなかったカジカが、西丹沢では 8 地点中 6 地点で確認された。特にセギノ沢と白水ノ沢では、生息密度が高く、稚魚から成魚まで各年級群が安定して出現した。

また、ヤマメの出現尾数も夏調査では、東丹沢が 70 尾に対し、西丹沢では 219 尾、秋調査では 25 尾に対して 157 尾と格段に出現数が多かった。西丹沢では、採集地点の 8 地点すべてにヤマメが生息し、しかも水量の多い大又沢本流だけでなく、各支流ともに生息密度が高い。他方、東丹沢では水量のある本谷川では出現数が多いが、支流

域ではほとんど出現せず、大洞沢やコア・エリアの押出沢のように全く魚類が採集されない沢もあった。

ヤマメの肥満度 (体重 / 体長<sup>3</sup> × 10<sup>3</sup>) を比較すると、夏調査では東の平均値が 14.9, 西が 16.8, 秋調査ではそれぞれ 15.4 と 16.6 と西が東よりも有意に高かった (一元配置分散分析, P < 0.01)。また、ヤマメの当歳魚の出現尾数も、東より西が多かった (図 8-1)。

他方、イワナだけは東丹沢が出現地点も尾数も多かった。

2005 年の出現魚種もイワナ、ヤマメおよびカジカの 3 種で、東丹沢 (中津川水系) では、夏 60 尾, 秋 82 尾, 合計 142 尾の魚類が出現、夏はイワナ 50% (平均体長 140.0mm, 体長最小値 ~ 最大値 52.0 ~ 195.0mm), ヤマメ 50% (132.5mm, 72 ~ 194mm), 秋がイワナ 46% (127.8mm, 71 ~ 220mm), ヤマメ 36% (127.0mm, 74 ~ 227mm) であった。西丹沢 (大又沢水系) では、夏

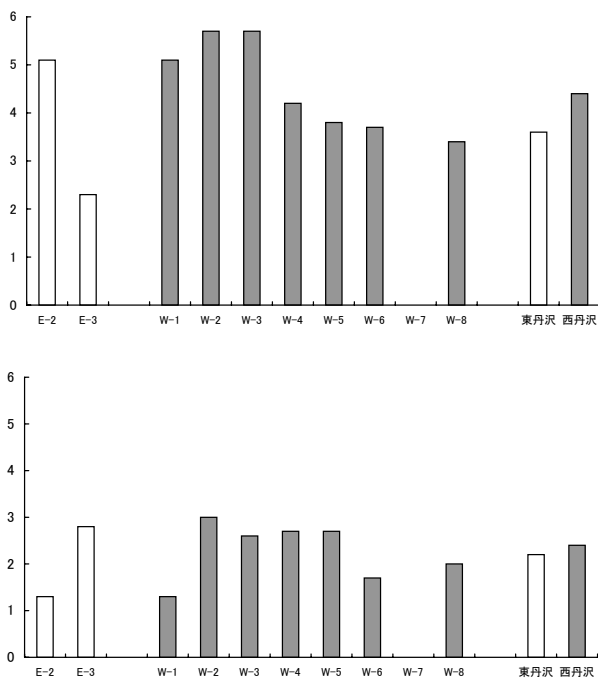


図 9. 東西モニタリング・エリアにおけるヤマメ消化管内容物・充満度の比較, 上; 2005年夏, 下; 2005年秋

258尾, 秋 357尾の魚類が出現, 夏はイワナ 4% (153.1mm, 133.0 ~ 195.0mm), ヤマメ 66% (112.8mm, 49.0 ~ 213.0mm), カジカ 30% (43.3mm, 12 ~ 94mm), 秋がイワナ 2% (182.4mm, 110.0 ~ 255.0mm), ヤマメ 39% (137.2mm, 48.0 ~ 295.0mm), カジカ 59% (50.2mm, 24.0 ~ 117.0mm) であった (図 4, 図 5-2).

魚類全体の生息密度は, 東丹沢が夏 30.4尾/m<sup>3</sup>・分, 秋 44.3尾/m<sup>3</sup>・分, 西丹沢が夏 188.0尾/m<sup>3</sup>・分, 西丹沢は 98.0尾/m<sup>3</sup>・分であった (図 6). 流量あたりバイオマスは, 東丹沢が夏 1.19kg/m<sup>3</sup>・分, 秋 1.24kg/m<sup>3</sup>・分, 西丹沢が夏 16.88kg/m<sup>3</sup>・分, 秋 4.28kg/m<sup>3</sup>・分であった (図 7).

2005年の結果も 2004年とほぼ同様の結果で, 西丹沢が出現魚種も出現尾数も多く, カジカが 8地点中 6地点で出現した. 特に大又沢本流, セギノ沢, 白水ノ沢およびバケモノ沢では秋の生息密度が高く, 稚魚から成魚まで各年級群が安定して出現した. 前年同様, 東丹沢の大洞沢と押出ノ沢では魚類は全く採集されなかった.

また, ヤマメの出現尾数は夏調査では, 東丹沢が 30尾に対し西丹沢では 170尾, 秋調査は 36尾に対して 136尾と格段に採集数が多かった. 西丹沢では, 採集地点の 8地点すべてにヤマメが生息し, しかも水量の多い大又沢の本流域だけでなく, 各支流ともに出現尾数が多い. 他方, 東丹沢では水量のある本谷川では多く採集されたが, 支流域ではキュウハ沢を除いて採集されなかった.

ヤマメの肥満度は, 夏の東丹沢の平均値が 16.8, 西丹沢が 17.0, 秋はそれぞれ 16.2 と 16.5 と西丹沢が東丹沢よりも有意に高かった (一元配置分散分析, P < 0.05). また, ヤマメの当歳魚も, 東より西が多かった (図 8-2).

## B. ヤマメの消化管内容物の分析

食性調査の結果, 採集したヤマメのほとんどの個体に消化管内容物が認められ, 空胃魚は東西ともに少なかった.

東丹沢では夏調査 (N = 19) の消化管内容物の個体あたりの平均値は 0.13 ± 0.10g (平均値 ± 標準偏差), 充満度は 3.6 ± 3.4g, 秋調査 (N = 18) ではそれぞれ 0.10 ± 0.12g と 2.2 ± 3.1 であった. 西丹沢では夏調査 (N = 72) が個体あたりの平均値が 0.14 ± 0.13g, 充満度が 4.4 ± 2.8, 秋調査 (N = 66) がそれぞれ 0.10 ± 0.10g と 2.4 ± 2.8 であった. ヤマメの充満度は, 季節的には秋より夏の方が高く, 東西の比較では西丹沢が高かった (図 9).

ヤマメの消化管内容物は, 多くの分類群にわたっており, 9綱 22目の生物が出現し, 陸生では落下昆虫, 水生では水生昆虫が主要な餌として利用されていた. これら生物を目単位で見ると, 水生生物はハリガネムシ綱ハリガネムシ目, 甲殻綱エビ目, 昆虫綱カゲロウ目, トンボ目, カワゲラ目, ヘビトンボ目, トビケラ目, ハエ目, コウチュウ目の 7目, 魚類では硬骨魚綱 2目, 両生綱 1目が出現した. このうち個体数では, カゲロウ目, トビケラ目およびハエ目が多かった. 陸生生物は, ミズ綱ナガミズ目, クモ綱クモ目, 甲殻綱ワラジムシ目, ヤスデ綱, ムカデ綱, 昆虫綱カゲロウ目, ハサミムシ目, カワゲラ目, バッタ目, カメムシ目, トビケラ目, チョウ目, ハエ目, コウチュウ目およびハチ目, 硬骨魚類綱カサゴ目, サケ目, 両生綱カエル目の合計 18目の生物が出現した. 陸生の落下昆虫から魚卵やカエルまで, 多くの動物が出現した (表 2).

水生生物では, 礫面に固着するトビケラ目やアミカ科の幼虫, あるいは止水や緩流域に多い筒巢をもったトビケラ目が消化管内容物として集中的に観察された. 一方, 陸生ではコウチュウ目とアリ目の成虫が多く, 夏秋ともに確認された. 特徴的な陸生昆虫として, 秋季にバッタ目の成虫が目立ち, キリギリス科, カマドウマ科の成虫や幼虫が多かった.

ヤマメ消化管内容物を東西で比較すると, 東丹沢は夏の出現個体数が, 陸生はコウチュウ目, 水生はカゲロウ目とトビケラ目が多かった. 捕食率も陸生はコウチュウ目, 水生はトビケラ目とカゲロウ目が高かった (図 10-1). 秋はトビケラ目, カゲロウ目およびハエ目が多く, 捕食率は陸生のコウチュウ目とハエ目, 水生がトビケラ目, カゲロウ目およびカワゲラ目が高かった (図 10-2).

西丹沢では, 夏の出現個体数は陸生がコウチュウ目とハエ目, 水生ではトビケラ目, ハエ目およびカゲロウ目が多かった. 捕食率は, 陸生がコウチュウ目, ハチ目およびチョウ目, 水生はトビケラ目, カゲロウ目およびカワゲラ目が高かった (図 10-1). 秋は陸生がハエ目, コウチュウ目およびカメムシ目, 水生がトビケラ目とカゲロウ目が多く出現した. 捕食率は陸生がコウチュウ目, バッタ目, カメムシ目およびハエ目, 水生がトビケラ目とカゲロウ目が高かった (図 10-2).

餌料生物の出現目数は, 夏よりも秋が多く, 東丹沢より西丹沢が多い傾向があった (図 11).

また, 消化管内容物は両エリアともに, 溪畔林がよく発達して開空度が低いバケモノ沢やイデン沢等の河川では, 陸生生物が多く水生生物は少なかった. 逆に開空度の高い大又沢や本谷川等では陸生生物は少なく, 水生生物が多かった (図 12). 夏季における各地点の陸生生物と水生生物の割合は, 樹冠が覆われるほど, 前者によって占められる傾向が強くなり, その割合は 80%前後にも及んだ. 一方, 河川が開けた明るい河川では, 開空度が高く, 陸生生物の割合が 40%にも満たなかった.

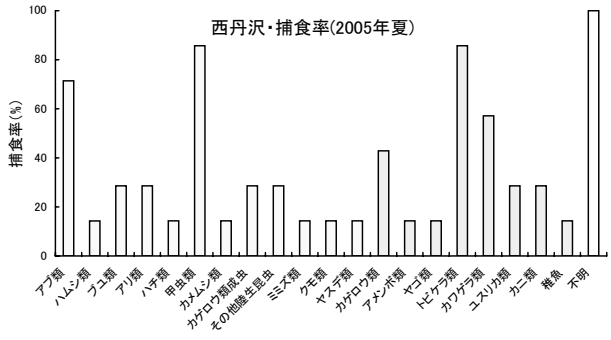
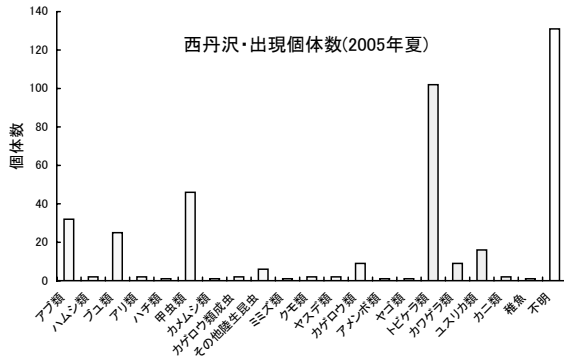
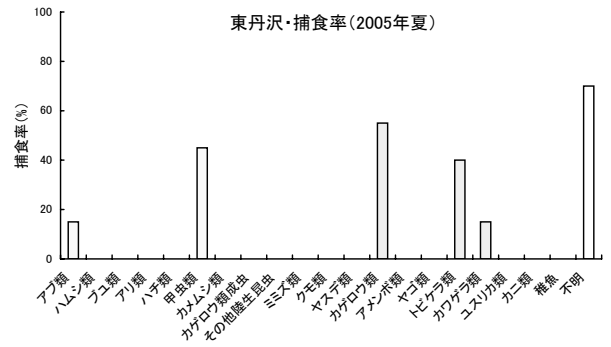
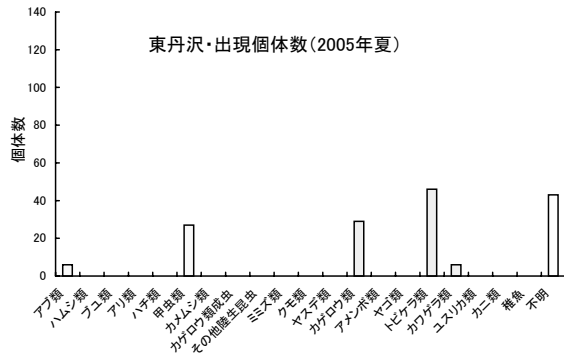


図 10-1. 東西モニタリング・エリアにおけるヤマメ消化管内容物・出現個体数および捕食率の比較 (2005年夏調査)

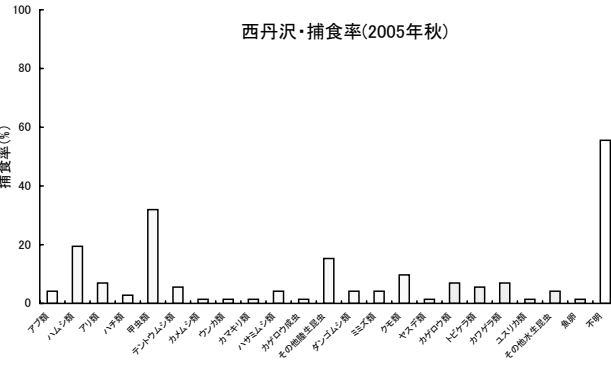
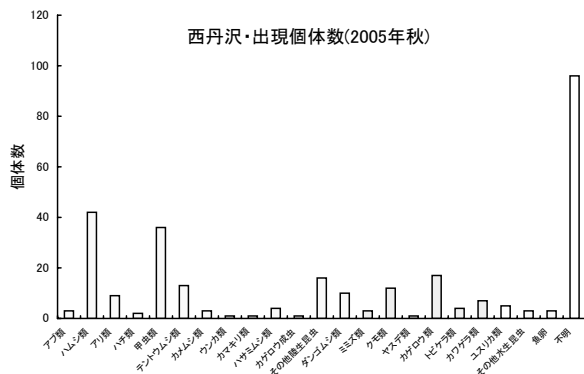
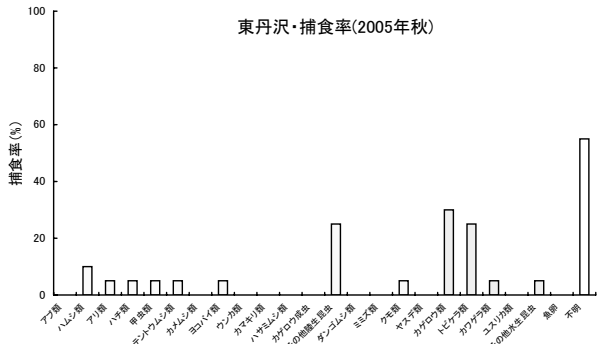
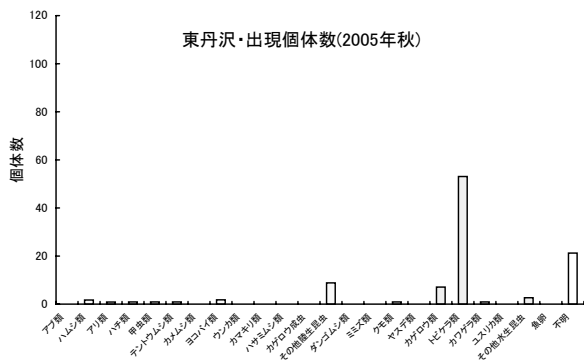


図 10-2. 東西モニタリング・エリアにおけるヤマメ消化管内容物・出現個体数および捕食率の比較 (2005年秋調査)



表 2. ヤマメの消化管内容物で優占的に確認された分類群 (1 ~ 3 位) と種名  
 ;カゲロウ目, トンボ目, カワゲラ目, ヘビトンボ目, トビケラ目, チョウ目, ハエ目は表示のない場  
 合は幼虫, 他の昆虫は成虫.

網名	目名	種名 (taxa)		
無 脊 椎 動 物	ハリガネムシ綱	ハリガネムシ目	ハリガネムシ <i>Gordius aquaticus</i>	
	ミミズ綱	ナガミミズ目	ナガミミズ目の1種 <i>Haplotaxida</i> gen. sp.	
	クモ綱	クモ目	クモ目の数種 <i>Arachnida</i> gen. spp.	
	甲殻綱	ワラジムシ目	ワラジムシ目の1種 <i>Isoptoda</i> gen. sp.	
		エビ目	サワガニ <i>Geothelphusa dehaani</i>	
	ヤスデ綱		ヤスデ綱の数種 <i>Diplopoda</i> gen. spp.	
	ムカデ綱		ムカデ綱の数種 <i>Chilopoda</i> gen. spp.	
	昆虫綱	カゲロウ目	トビイロカゲロウ属の1種 <i>Paraleptophlebia</i> sp. オオクマダラカゲロウ <i>Cincticostella elongatula</i> クロマダラカゲロウ <i>Cincticostella nigra</i> オオマダラカゲロウ <i>Drunella basalis</i> フタコブマダラカゲロウ <i>Drunella cryptomeria</i> ヨシノマダラカゲロウ <i>Drunella ishiyamana</i> フタタマダラカゲロウ <i>Drunella sachalinensis</i> クシゲマダラカゲロウ <i>Ephemerella setigera</i> エラブタマダラカゲロウ <i>Torleya japonica</i> マダラカゲロウ属の数種(亜成虫) <i>Ephemerella</i> sp. ヒメフタオカゲロウ属の数種 <i>Ameletus</i> spp. ヨシノコカゲロウ <i>Alainites yoshinensis</i> シロハラコカゲロウ <i>Baetis thermicus</i> フタバコカゲロウ <i>Baetiella japonica</i> コカゲロウ科の数種 <i>Baetidae</i> gen. spp. タニガワカゲロウ属の数種 <i>Ecdyonurus</i> spp. キイロヒラタカゲロウ <i>Epeorus aesculus</i> ウエノヒラタカゲロウ <i>Epeorus curvatus</i> エルモンヒラタカゲロウ <i>Epeorus latifolium</i> オナガヒラタカゲロウ <i>Epeorus hiemalis</i> ユミモンヒラタカゲロウ <i>Epeorus nipponicus</i> ヒラタカゲロウ属の1種(亜成虫) <i>Epeorus</i> sp. ヒラタカゲロウ属の1種(成虫) <i>Epeorus</i> sp. ヒメヒラタカゲロウ属の1種 <i>Rhithrogena</i> sp.	
		トンボ目	サナエトンボ科の1種 <i>Gomphidae</i> gen. spp.	
		ハサミムシ目	ハサミムシ目の数種 <i>Dermaptera</i> gen. spp.	
		カワゲラ目	アミメカワゲラ科の数種 <i>Perlodidae</i> gen. spp. モンカワゲラ <i>Calineuria stigmatica</i> カミムラカワゲラ属の1種 <i>Kamimuria</i> sp. クラカケカワゲラ属の1種 <i>Paragnetina</i> sp. カワゲラ族の1種 <i>Perlini</i> gen. sp. フサオナシカワゲラ属の1種 <i>Amphinemura</i> sp. ユビオナシカワゲラ属の1種 <i>Protonemura</i> sp.	
		バッタ目	カマドウマ科の1種 <i>Rhaphidophoridae</i> gen. sp. キリギリス科の数種 <i>Tettigoniidae</i> gen. spp. バッタ目の数種 <i>Orthoptera</i> gen. spp.	
		カメムシ目	ウンカ科の数種 <i>Delphacidae</i> gen. spp. ヨコバイ科の数種 <i>Cicadellidae</i> gen. spp. アブラムシ科の数種 <i>Aphididae</i> gen. spp. カメムシ科の数種 <i>Pentatomidae</i> gen. spp. アメンボ科の1種 <i>Gerridae</i> gen. sp.	
		ヘビトンボ目	ヘビトンボ <i>Protohermes grandis</i>	
		トビケラ目	シマトビケラ属の数種 <i>Hydropsyche</i> spp. ヒゲナガカフトビケラ <i>Stenopsyche marmorata</i> ミヤマシマトビケラ属の1種 <i>Diplectrona</i> sp. ナガレトビケラ属の数種 <i>Rhyacophila</i> spp. ヤマトビケラ属の1種 <i>Glossosoma</i> sp. マルツツトビケラ属の1種 <i>Micrasema ueno</i> カクスイトビケラ科の1種 <i>Brachycentridae</i> gen. sp. カクツツトビケラ属の1種 <i>Lepidostoma</i> sp. クロツツトビケラ <i>Uenoa tokunagai</i> コイズミエグリトビケラ <i>Neophylax koizumi</i> トビケラ(遊泳蝨) <i>Trichoptera</i> gen. sp.	
		チョウ目	チョウ目の数種 <i>Lepidoptera</i> gen. spp.	
		ハエ目	ウスバヒメガガンボ属の1種 <i>Antocha</i> sp. マダラガガンボ亜属の1種 <i>Tipula (Nippotipula)</i> sp. ガガンボ科の数種(成虫) <i>Tiplidae</i> gen. spp. アミカ科の1種 <i>Blephariceridae</i> gen. sp. ブユ科の1種 <i>Simuliidae</i> gen. sp. ユスリカ科の数種 <i>Chironominae</i> gen. spp. ハエ目の数種(成虫) <i>Diptera</i> gen. spp.	
		コウチュウ目	ハネカクシ科の1種 <i>Staphylinidae</i> gen. sp. テントウムシ科の数種 <i>Coccinellidae</i> gen. sp. ガムシ科の1種 <i>Hydrophilidae</i> gen. spp. ヒメドロムシ科の1種 <i>Eubrianax</i> gen. spp. コウチュウ目の数種 <i>Coleoptera</i> gen. spp.	
		ハチ目	アリ上科の数種 <i>Formicoidea</i> gen. spp. ハチ目の数種 <i>Hymenoptera</i> gen. spp.	
	脊 椎 動 物	硬骨魚綱	カサゴ目	カジカ <i>Cottus pollux</i>
			サケ目	魚卵 <i>Salmonidae</i> sp.
		両生綱	カエル目	カエルの1種(骨) <i>Salientia</i> gen. sp.

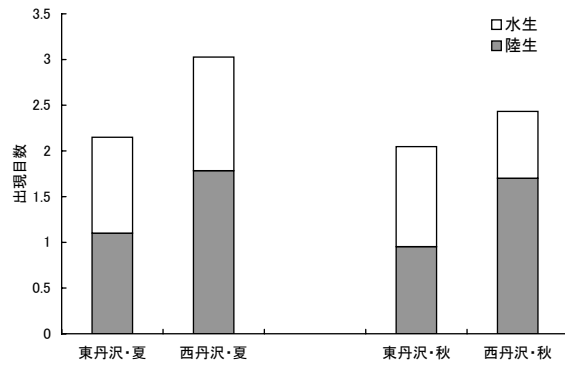


図 11. ヤマメ消化管内容物における出現目数の東西比較

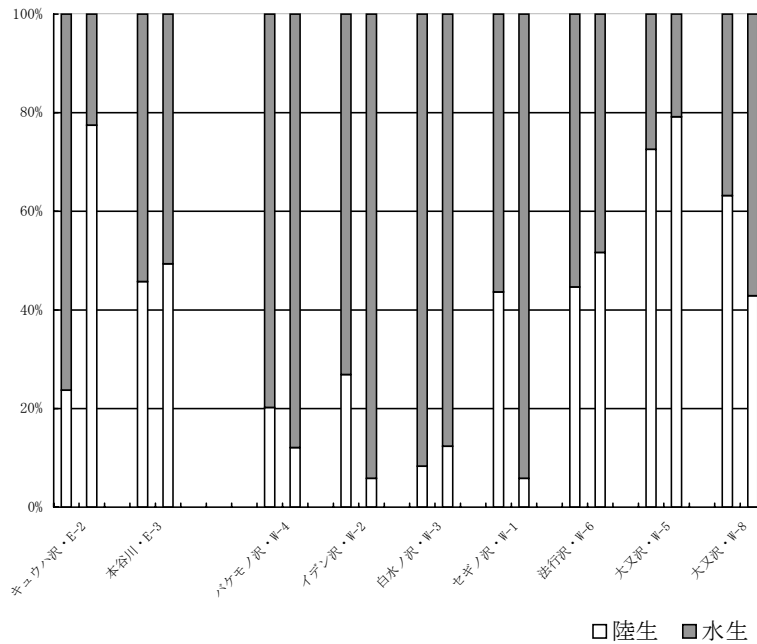


図 12. ヤマメの消化管内容物の比較  
※東西エリア別に開空度の低い河川から夏・秋の順に表示した

#### (4) 考察

##### A. 出現魚種と出現数の相違・特にカジカ分布について

調査結果は、2004 年および 2005 年ともにほぼ同様の結果であった。西丹沢では、イワナ、ヤマメおよびカジカの 3 種、東丹沢はイワナとヤマメの 2 種だけで、東丹沢より西丹沢の出現魚種が多い。また、魚類の出現個体数や生息密度およびバイオマスも東丹沢より西丹沢が高く、溪流魚から見ると西丹沢の方が良好な生息環境である。

特に西ではカジカが 8 地点中 6 地点で出現している。カジカは釣り魚として人気のあるイワナやヤマメと異なり、放流される可能性が低く、しかも環境変化の影響を受けやすい種であるので、前調査において丹沢の溪流環境を評価する指標種として提唱されている（相模湾海洋生物研究会、1997）。また、県の RDB においても絶滅危惧種 II 類に指定されている（勝呂・瀬能、2006）。西丹沢の大又沢水系は、本流域だけでなくセキノ沢やバケモノ沢等の源流に近い流域まで広範囲に分布しており、県内でも有数のカジカ生息域である。西丹沢の大又沢水系は淡水魚から見て良好な自然環境であることが立証された。

他方、今回カジカが出現しなかった中津川水系であるが、

水系全域に全く生息していないわけではない。前回調査では、同じ中津川水系の宮ヶ瀬金沢や水沢川で僅かではあるが採集され、その他の調査でも中津川本流域から採集されている（勝呂・安藤、1996）。また宮ヶ瀬ダムによる放流が開始されて、中津川本流域の流量が安定してからはダム下流域ではカジカの生息数が増加しているようだ。このことから、今回、調査した東丹沢の塩水川や本谷川、タライ小屋沢等には昔からカジカが分布していなかったわけではなく、生息環境の悪化により激減したか、あるいは絶滅した可能性が高いと推定される。

本種は過去には県内河川の上流から中流域を中心に広く分布し、山間部では食材としても利用されていたようだ。また、子ども達の遊び相手としてもよく知られた普通種でもあった。ところが、最近では主として河川支流の環境悪化により、生息地が減少し、県 RDB では絶滅危惧種 II 類に格上げされている（勝呂・瀬能、2006）。本種の生息には冷たく綺麗な水が必要であるが、それだけでなく底質も重要で、産卵や隠れ場所として拳大から頭大の石を利用するので、川底にはこれら浮き石の存在が不可欠なのである。今回、調査した東丹沢の中津川では、土砂の堆積により浮

石が埋まり、カジカの生息には不適な状態となった水域が多く見受けられた。

また塩水川や地獄沢のように砂防堰堤が連続する沢では、降雨後の増水時に、河川下流へと落下すると、上流域へ遡上できないので、上流域から生息密度が減少して、最終的には消滅する危険性がある。東丹沢の多くの沢では、仮に放流を行っても環境が改善されない限り、カジカの定着は不可能であろう。

### B. ヤマメの生息状況と肥満度

他方、ヤマメの生息密度とバイオマスはともに西が東よりも高く、ヤマメの当歳魚の出現尾数も西が多かった。特に夏調査では、西のほとんどの河川で、当歳魚が多く採集され、繁殖が順調に行われたことを示唆している。他方、東では稚魚は本谷川で見られるだけで、ほとんど採集されず、モニタリング・エリア内のほとんどの河川は、ヤマメの繁殖水域として不適であることが示唆される。

また、その肥満度も春・秋ともに西丹沢が東丹沢よりも有意に高かった。肥満度は生息密度やバイオマスと深い相関があり、一般に密度の増加やバイオマスの増加に伴い低下する。そのため、異なる生息密度の河川間においては、直接的な比較は難しい。しかし、今回の調査結果では、東丹沢のヤマメは西丹沢と比較すると、生息密度もバイオマスも低い上に、さらに肥満度が低い状態であるので、東丹沢の河川環境がヤマメの生息に適していないことは明白である。

### C. イワナの分布

他方、イワナだけは東丹沢が多かった。しかし、採集魚の外部形態は丹沢在来のヤマトイワナ（古川, 1989）ではなく、ニッコウイワナかエゾイワナであり、放流魚である可能性が高い。そのため、東丹沢がイワナにとって良好な環境とは言えず、これらの沢のイワナは移植放流による二次的な分布であり、在来魚が従来から生息していたとしても、今回調査した範囲内では既に絶滅したと考えられる。また、別途、実施したイワナの mt-DNA の解析結果も、これらの魚が放流魚であることを裏付けている。しかもタライ小屋沢や本谷川を除くと、ほとんど稚魚は出現しておらず、放流された魚も繁殖できず、短期間でへい死あるいは釣られてしまった可能性が高い。東丹沢のほとんどの河川は、放流を行っても河川環境が悪いため魚が定着できず、釣り場と

して維持するためには、定期的に放流を継続しなければならない釣堀のような状況になっている。

### D. 溪流魚と砂防堰堤

これらの東丹沢・中津川水系と西丹沢・大又沢水系では、河川勾配、周辺植生、砂防堰堤の密度、取水堰など多くの環境要因が異なっており、これらの要因が複雑に関係しながら、カジカの分布やヤマメの生息密度など溪流魚の生息環境へ影響を与えているものと推察される。ここでは、これらの環境要因について個別に考察を加える。

今回、調査を実施した東エリアの沢は砂防堰堤や治山堰堤が多い。前述のとおり堰堤は魚類の移動を妨げるだけでなく、河川を単調化し、環境の多様性を低下させる（前川, 1999）。今回の調査においても、各調査地点における魚類生息密度とその河川流域に存在する堰堤の密度についての関係を図にすると、堰堤の増加により密度が低下する傾向があり（図 13-1）、 $y = -4.21x + 95.253$ （ $x$ : 調査河川における堰堤密度,  $y$ : 各調査地点における魚類生息密度平均値,  $R^2 = 0.2284$ ）の直線式で示した。また、ヤマメの肥満度と堰堤密度にも同様の傾向が認められ（図 13-2）、 $y = -0.8901x + 16.438$ （ $x$ : 調査河川における堰堤密度,  $y$ : 各調査地点で採集されたヤマメの肥満度平均値,  $R^2 = 0.0704$ ）の直線式で示した。

これらの河川では河川勾配が急で、下流域への土砂流入を防止するため、多くの砂防堰堤を設置しなければならない状態である。塩水川ではほぼ 50m 置きに堰堤が設置され、まるで雛壇のような様相を呈している。流量はある程度豊富なので深い淵もあるが、魚道がないので堰下へ流下すると上流へは戻れない。このような状況下では堰上流の魚類資源量が減少し、さらに遺伝的多様性の消失が進行して絶滅の危険性が高まる懸念されている（前川, 1999）。特に今回の調査で、魚類が生息していない押出ノ沢や大洞沢、あるいは生息密度が低いキュウハ沢、地獄沢などには、本流域との合流点付近に堰堤があり、本流域からの魚類の移動ができないことも重要な問題点として指摘される。

また、堰堤上流側における環境の多様性低下についても、東丹沢の地獄沢、大洞沢、押出ノ沢、塩水沢だけでなく、西丹沢の大又沢などで確認された。主に土砂の堆積により浅い直線的な流れとなり、河床の浮石が埋まっている。

東丹沢でも同じ中津川水系の本谷川では、比較的勾配も

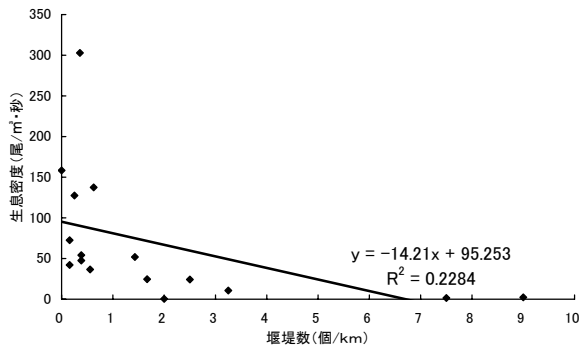


図 13-1. 堰堤数と魚類生息密度 (2004 年・2005 年の平均値) との関係

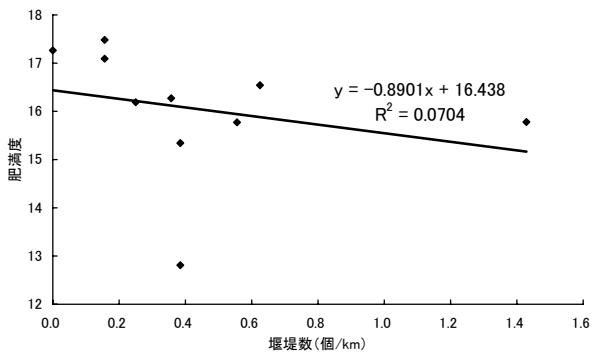


図 13-2. 堰堤数とヤマメ肥満度 (2004 年・2005 年の平均値) との関係

緩く、堰堤も限られていた。そのため、魚類の出現数は東丹沢では最も多く、イワナやヤマメの稚魚も多いので、溪流魚が生息できる環境がある程度保全されていた。

西丹沢の大又沢水系でも、砂防堰堤の数は限られているため、現状では東丹沢の塩水川のように顕著な悪影響を生じている水域はモニタリング・エリア内には存在しなかった。しかし、ところどころに存在する砂防堰堤は、その役割の一部を既に終えているようにも見え、今後は一部に魚道を設置したり、ダムに切り欠きを入れたりして、魚類が移動できるように改善すれば、現状よりもさらに生物多様性や生息密度が向上する可能性がある。実際、近隣の山梨県富士川水系の大柳川では、堰堤を逆台形形状にスリット化することにより、環境の多様性が高まり、カジカ個体数の増加や再生産へ寄与したことが確認されている(加地, 2006)。

また、渓流域に魚道を設置する場合は、河川本流域と異なる様々な環境変動要素があるため、事前に十分な検討が必要である。例えば増水時の激流、水位変動、土砂流入と堆積、滯筋や河床の変動などが、砂防ダムにおいて考慮すべき条件として重要である(中村, 1999)。最近は施工事例も増えて、多少情報もフィードバックされているようであるが、これらの技術は比較的新しく、現在はほとんど試行錯誤で実施されているので、丹沢の環境に合わせたきめ細かい対応が必要である。

## E. ヤマメの餌生物と周辺植生

これまでの報告では、ヤマメの胃あるいは消化管内容物は、流水環境および周辺に生息する水生昆虫類、陸生昆虫類が記載されている(加藤, 1982; 橋本・石川, 1977)。しかし、今回の調査結果では、礫面に固着するトビケラ目やアミカ科の幼虫、あるいは止水や緩流域に多い筒巢をもったトビケラ目が消化管内容物として集中的に観察された。特にトビケラ目は東西エリアとも出現個体数が多く捕食率は夏秋ともに最も高かった。

一方、陸生昆虫ではコウチュウ目とアリ目の成虫が多く、夏秋ともに確認された。さらに秋季にはバッタ目の成虫が目立ち、キリギリス科、カマドウマ科の成虫や幼虫が多かった。これらの成虫は一個体当たりの体重が重いことから、丹沢のヤマメにとって重要な餌資源となっているものと推定される。

今回の観察された水生昆虫は、主に遊泳型、匍匐型とされる生活型であるが、夏季に確認されたコイズミエグリトビケラとクロツツトビケラは、ともに固着性が強く、集団で礫面に付着する。なかでも、前者は、しっかりした筒巢を礫面に付着させるので、簡単に、剥がれ落ちることはない。クロツツトビケラも、成虫への集中羽化の際は捕食対象になり易いが、幼虫の生息場所は、流心部の激流の礫面に固着するため、捕食対象になりにくい。丹沢のヤマメがこれらのトビケラ類を捕食していたことは意外であった。

コイズミエグリトビケラが多く出現した大又沢・千鳥橋では、陸生生物は少なく、今回の調査地点ではその割合は最も低かった。この地点は開空度が68%と高いので、河畔林から供給される生物量が少ないのであろう。ヤマメの優位な個体は、淵の流れ込みで定位し、流下生物を採餌するが、村上(2004)の指摘にあるように、多くのヤマメが川を頻りに移動し、水生の底生生物に餌を依存し、より広い採餌圏を利用するような行動をとる可能性が指摘できる。

河畔域の植生タイプによって陸生生物の河川への供給に変化をもたらす、これがサケ科魚種の分布を決定することに重要な役割を持つ(中野, 2003)。また、河畔林から供給された陸生生物が、サケ科魚種の重要な餌となることが指摘され、夏季には、その割合が、70%にも及ぶ(Kawaguchi & Nakano, 2001)。図12および表3に、各調査地点の開空度と、採集されたヤマメの消化管内容物との関係を示した。夏季における各地点の陸生生物と水生生物の割合は、樹冠が覆われるほど、前者によって占められる傾向が強く、その割合は80%前後にも及んだ。一方、開けた明るい河川では、開空度が高く、陸生生物の割合が40%にも満たない。このような水域で採集されたヤマメは、従来の流下生物の採餌者から底生生物の採餌者に変化したものと推定される。

秋季においては、一般に、落下昆虫が減少傾向を示し、森への依存度が減少し、北海道の例では落下陸生昆虫の割合が50%ほどになる(中野, 2003)。しかし、今回秋の調査では、陸生昆虫の割合が依然として高く、90%にも達していた。これは、これまでの落下陸生昆虫に、バッタ目が新たな供給源として出現したことによる。しかし、東丹沢のキュウハ沢では、例外的に開空度は低いが、秋の落下陸生昆虫の割合が低く、水生昆虫の割合が高い。この地点は、高い堰堤直下に位置しているため、ヤマメが上流へ遡上できず、堰下流域に滞留していた可能性がある。そのため、落下昆虫の捕食量も相対的に少なく、主に固着型の筒巢をもったトビケラや礫面に密着したアミカを集中的に捕食していたことから、キュウハ沢のヤマメは、定位することなく、河床を徘徊しながら、底生動物の採餌者となることが示唆された。

以上の解析結果から河川の周辺環境はヤマメの餌料生物を育む重要な要素である。東丹沢ではヤマメが生息する河川が少なく、生息する河川でも稚魚の生息密度が低く、また肥満度も低く痩せている個体が多かった。その事実を裏付けるように、東丹沢のヤマメは消化管内容物の出現目数が少なく、個体あたりの消化管内容物充満度が低い。これらの点から、東丹沢では、ヤマメの餌料となる餌生物の多様性が低く、その量も少ないことが示唆された。これらの要因のひとつに河畔林を含めた河川の周辺植生が関与し、河川周辺域に陸生昆虫が少ないことが推定された。東丹沢・中津川流域には人工林が多く、逆に西丹沢・大又沢流域では人工林は少なく比較的自然的広葉樹林が残っている。その植生の違いも生息する溪流魚に少なからず影響を与えているものと推定された。

## F. 東エリアの復元と西エリアの保全

これらの問題点を総合すると、東丹沢のモニタリング・エリアは、溪流魚の生息に不適な状況になっているので、今後は保全ではなく、むしろ溪流魚が生息する環境要因を復元して、生息地を復活させる必要がある。具体的な施策として、堰堤に魚道を設置したり、砂防堰堤の一部を切り崩したりして、魚類の移動を可能にする、あるいは周辺の植生を本来の丹沢にあった広葉樹を中心とした河畔林へと復元する、水源林として重要な上流域を管理して、水量が安定し、濁りや土砂の堆積がない河川を復元すること等が、溪流魚が求めている河川環境である。河畔に隠れ場や昆虫等の餌料を供給する植物を植栽する等、積極的な溪流

周辺環境の復元が求められている。

これに対し西丹沢の大又沢水系では、自然度の高いエリアについては、現状の環境を保全することが最重要である。さらに一部に存在する砂防堰堤については、魚道を設置したり、あるいは、役割を終えた堰堤には試験的に撤去したり、切り欠きを入れたりして、魚類の往来を復元すれば、さらに環境が改善され、生物多様性や生息密度を向上させることができる。

## 文 献

- 橋本 進・石田昭夫, 1977. 河川におけるサクラマス幼魚の摂餌について. 北海道さけ・ますふ化場研究報告, **31**: 13-20.
- 古川哲夫, 1989. ヤマトイワナ. 川那部浩哉・水野信彦・細谷和海編, 山溪カラー名鑑 日本の淡水魚, pp.124-127. 山と溪谷社, 東京.
- 加地弘一, 2006. 河川横断構造物のスリット化が魚類の影響の生息に与える影響Ⅱ～スリット化 1 年後の河川環境および水生生物の変化. 山梨県水産技術センター事業報告書, **33**: 13-23.
- 加藤文夫, 1982. 長良川中流域に降下残留するアマゴについて. 淡水魚増刊 ヤマメ・アマゴ特集, pp.104-111. 財団法人淡水魚保護協会.
- Kawaguchi Y. & S. Nakano, 2001. Contribution of terrestrial invertebrates to the animal resource budget for salmonids in forest and grassland reaches of a headwater stream. *Freshwater Biology*, **46**: 303-316.
- 前川光司, 1999. 溪流魚の生態と砂防工事の影響. 太田猛彦・高橋剛一郎編, 溪流生態砂防学, pp.89-105. 東京大学出版会, 東京.
- 水野信彦・御勢久右衛門, 1972. 河川の生態学. 246pp. 築地書館, 東京.
- 村上正志, 2004. 第 5 章 森の中のサケ科. 前川光司編, 魚種サケ・マスの生態と進化, pp.193-211. 文一書店, 東京.
- 中坊徹次編, 2000. 日本産魚類検索: 全種の同定 第 2 版. 1 vi +1748pp. 東海大学出版会, 東京.
- 中村俊六, 1999. 環境保全型砂防における砂防ダムと魚道. 太田猛彦・高橋剛一郎編, 溪流生態砂防学, pp.150-167. 東京大学出版会, 東京.
- 中野 繁, 2003. 第 10 章 森林と草地を流れる小河川におけるサケ科魚類の餌資源に対する陸生無脊椎動物の寄与. 川と森の生態学 - 中野繁論文集, pp.207-225. 北海道大学図書刊行会, 札幌.
- 相模湾海洋生物研究会, 1997. 淡水魚からみた丹沢の沢. 神奈川県公園協会・丹沢大山自然環境総合調査団企画委員会編, 丹沢大山自然環境保全総合調査報告書, pp.500-529. 神奈川県環境部, 横浜.
- 清水高男・石綿進一・齋藤和久, 2007. 小規模貯水ダムの河川底生動物群集に与える影響. 丹沢大山総合調査団編, 丹沢大山総合調査学術報告書. (財)平岡環境科学研究所, 相模原.
- 勝呂尚之・安藤 隆, 1996. 丹沢山塊における溪流魚の分布 - II. 神奈川県淡水魚増殖試験場報告書, **32**: 37-60.
- 勝呂尚之・蓑宮 敦・中川 研, 2006. 神奈川県の希少淡水魚生息状況 - III. 神奈川県水産技術センター研究報告, **1**: 93-108.
- 勝呂尚之・中田尚宏, 1995. 丹沢山塊における溪流魚の分布 - I. 神奈川県淡水魚増殖試験場報告書, **31**: 67-74.
- 勝呂尚之・瀬能 宏, 2006. 汽水・淡水魚類. 高桑正敏・勝山輝男・木場英久編, 神奈川県レッドデータ生物調査報告書, pp.275-298. 神奈川県立生命の星・地球博物館.