資　料

神自環保セ報 10（2013）163 － 175

源流河川の底生動物

石綿進一*・守屋博文**・倉西良一***・清水高男****・小林貞*****・
司村宜祥******

The macroinvertebrate fauna of headwater streams in Tanzawa mountains, Kanagawa Prefecture

Shin-ichi ISHIWATA*, Hirofumi MORIYA**, Ryoichi B. KURANISHI***,
Takao SHIMIZU****, Tadashi KOBAYASHI***** and Noriyoshi SHIMURA******

Ⅰ　はじめに

河川に生息する底生動物は、河川のモニタリングの対象生物として、これまで国や自治体で広く利用されてきた。生物的調査が理化学検査と対比して車の両輪と例えられているように、いくつかの特徴と利点がある。一例として、個体数、種類数がきわめて多く､マクロ的生物であることから採集しやすく、他の動物と比較して定量化が容易であること、長期的な変化が捉えやすいなどをあげることができる。このモニタリングは、水質環境の評価手法として主に発展してきたが、生物群集に対する影響は、水質のみではない。移動性が少なく、流水環境に適応してきた底生動物については、生息場所の改変などの生態的影響は、時として水質環境に対するものより著しいこともある。したがって、生息場所の劣化などの変化に伴う生物群集、とりわけ多様性に与える評価は今後さらに調査されるべきモニタリング手法と考える。例えば、森林環境を保全するための各施策は、これまで数多く実施されてきており、効果的な施策は、水量の恒久的確保、多様な河川環境の創造といったことが期待できるであろう。その結果として、水界に生息する多くの生物種に対して、それぞれの生活史に係わる生息場所が提供され、多様な生物の存在が想定される。従って、これらのことを利用し、環境や生物の経年的変化を調査することによって、森林環境の長期的モニタリングを実施することが可能であると考える。これらは、近年、ダムなど人工構造物の建設、あるいは森林の伐採など環境のモニタリングとして有用視されつつあるが、森林環境、とりわけ、源流環境の水源モニタリングとして、渓流生物を対象とした調査は稀で、情報量が極めて少ないのが現状である。ここでは、今後、実施される各施策を検証するための具体的な手法を検討するためのモニタリングの基礎資料として、相模川水系の大洞沢（上流沢及び下流沢）及び貝沢、酒匂川水系ヌタノ沢の底生動物の調査を実施し、源流域の生物相の特徴を明らかにすることを目的とした。なお、この本報は中間報告とし、調査対象水域4河川の基礎調査が終了した段階で結果を報告する予定である。

Ⅱ　方　　法

1　調査項目

相模川水系の大洞沢（上流沢及び下流沢）及び貝

*　　神奈川工科大学　（〒 243-0292 神奈川県厚木市下荻野 1030）
**　　相模原市立博物館　（〒 252-0221 神奈川県相模原市中央区高根 3-1-15）
***　　千葉県中央博物館　（〒 260-8682 千葉県千葉市中央区青葉町 955-2）
****　　淡水ベントス研究所　（〒 385-0034 長野県佐久市平賀 2666-24）
*****　（〒 214-0034 神奈川県川崎市多摩区三田 3-2-4-303）
******　（〒 226-0027 神奈川県横浜市緑区長津田 2-38-14 第 3 サンハイム 106）

沢、酒匂川水系のヌタノ沢（A沢及びB沢）の底生動物を対象とした。昆虫の成虫調査はヌタノ沢でのみ実施した。

2　調査時期

大洞沢は2007年12月6～7日、2008年4月5～6日、2008年7月20日に実施した。貝沢は2008年8月19日、2009年3月12日に実施した。なお、追加調査を2010年2月22～23日に実施した。ヌタノ沢は2011年1月から2012年3月にかけて各月1回の調査を実施した。

3　調査地点及び調査方法

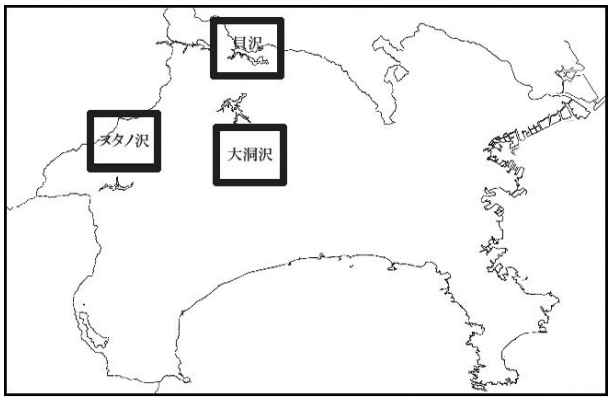
調査地点及び経緯度をそれぞれ図1、表1に示した。大洞沢では上・下流域の瀬及び淵で3検体ずつ、計12検体の定量採集（25cmコドラート、目合0.5mm）とハビタートを視野にいれた定性採集を実施した。貝沢は流域の5地点の瀬及び淵で1検体ずつ、計10検体の定量採集（コドラート、目合は同上）と定性採集を実施した。なお、追加調査については、支流の合流点（No.1とNo.2）及びNo.4のそれぞれの直下に調査地点を設置しNo.1＋2及びNo.4’とした（図1）。ヌタノ沢では定性調査（7地点）を基本とした。ヌタノ沢における成虫調査は3地点（A沢：St.2、B沢：St5、St.6）で実施した（表1、図1）。

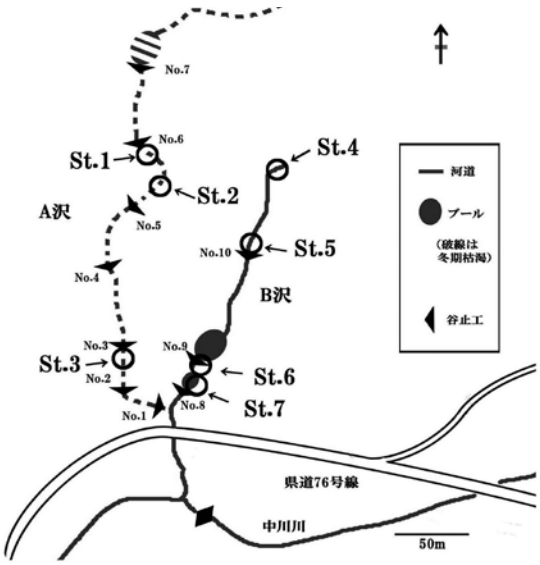
大洞沢、貝沢の定性採集は、原則として「平成18年度版　河川水辺の国勢調査マニュアル［河川版］（底生動物調査編）（国土交通省水管理・国土保全局河川環境課（2006）に従った。採集は、ハンドネットを用いて行い、状況に応じて現場、あるい

表1　調査地点の緯経度及び標高

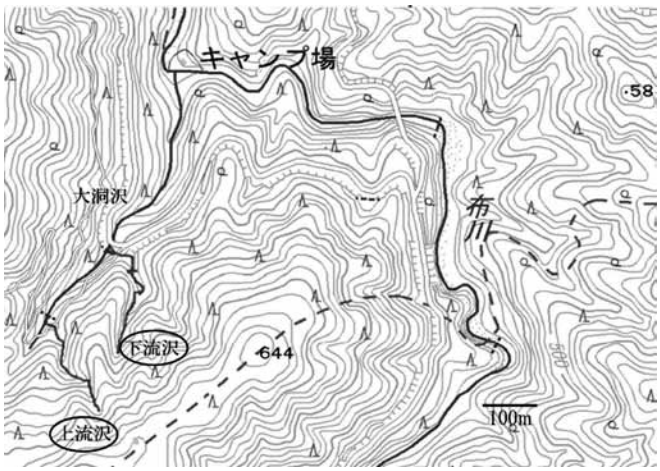
沢名	大洞沢		貝沢				
地点名	上流沢	下流沢	No.1	No.2	No.3	No.4	No.5
緯度	35.46931	35.47046	35.63035	35.62983	35.63002	35.62842	35.62485
経度	139.2095	139.2111	139.1833	139.1837	139.182	139.1816	139.1808
標高	480m	480m	368m	359m	344m	322m	251m

沢名	ヌタノ沢A沢			ヌタノ沢B沢			
地点名	St.1	St.2	St.3	St.4	St.5	St.6	St.7
緯度	35.46708	35.46699	35.46685	35.46759	35.46759	35.46722	35.46705
経度	139.0609	139.0611	139.0628	139.0619	139.0619	139.0628	139.0628
標高	616m	607m	561m	615m	597m	578m	578m

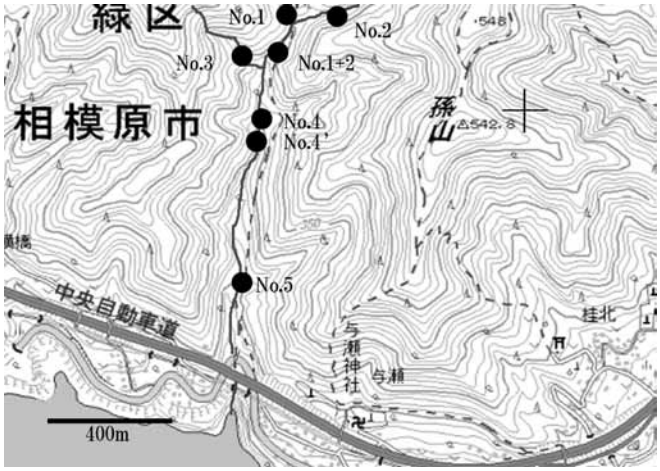




ヌタノの調査地点



大洞沢の調査地点



貝沢の調査地点

図1　調査地点図

は室内でソーティングを行った。なお、水系規模が小さなヌタノ沢における調査では、各地点あたり約 30 分間採集し、定性調査とした。これは、採集圧によるデータに対する影響が懸念されたためである。

成虫調査では、灯火による調査に基づいた。灯火採集では、日没から翌日の日の出まで灯火に集まる昆虫の成虫を採集した。灯火による採集方法は携帯 LED ライトトラップ（LED 捕虫灯 CR-1007 有．コスモ理研）（図２）を使用した。方法は、白色のバット（20cm × 30cm）に界面活性剤（洗剤 10ml）を均一に溶かした溶液を 1cm の深さまで入れ、容器の中央に灯火採集機を置き、点灯後、一晩放置し、溶液中に落下した昆虫類を採集し試料とした。採集した水生動物は、70 パーセントのエタノールで固定した後、室内で同定を行った。

図２　灯火採集風景

分類・同定については、実施可能な限り最新の情報をもとに下位分類単位にまで精査した。その他、化性など生活史他の情報については、日本産水生昆虫（川合・谷田編，2005)、日本産幼虫図鑑（石綿他監修，2005）によった。種の配列は「河川水辺の国勢調査のための生物リスト平成 22 年度版」（国土交通省，2010）に従い、ダニ目は「日本産ミズダニ類目録」（安倍，2006）に、ゲンゴロウ科は「改訂版図説日本のゲンゴロウ」（森・北山，2002）に従った。希少種などの選定は、「環境省報道発表資料　汽水・淡水魚類、昆虫類、貝類、植物Ｉ及び植物 II のレッドリストの見直しについて」（環境省，2007 以下環境省 RDB と略)、「神奈川県レッドデータ生物調査報告書（神奈川県，2006）に従った。

Ⅲ　結果及び考察

大洞沢、貝沢及びヌタノ沢の各地点で採集された底生動物を付表１に示した。付表１よりそれぞれの沢の底生動物の出現生物リストを示した（付表２)。また、灯火で採集された水生昆虫類の成虫等を付表３に示した。以下に、底生動物相の特徴及び注目種についてまとめた。

１　底生動物相の特徴

①種類組成からみた底生動物相の特徴

大洞沢、貝沢及びヌタノ沢で採集された底生動物は、大洞沢 152taxa、貝沢 153taxa、ヌタノ沢 162taxa、全体で 277taxa（同定したすべての分類群を合計した数値。以下種とする）であった（付表２)。この内訳は、ミミズ綱 6 種、軟甲綱 2 種、昆虫綱 261 種（カゲロウ目 26 種、トンボ目 16 種、カワゲラ目 26 種､カメムシ目 5 種､ヘビトンボ目 3 種、アミメカゲロウ目 2 種、トビケラ目 61 種、ハエ目 99 種、コウチュウ目 23 種）あり、底生動物のうち昆虫綱が全体の 90%以上を占めた。

表２　ヌタノ沢、貝沢、大洞沢の主な出現種、共通種等

大洞沢 152 種	貝沢 153 種	ヌタノ沢 162 種	全体 277 種
大洞沢のみ出現種 35 種 (13.4%)	貝沢のみ出現種 33 種 (12.6%)	ヌタノ沢のみ出現種 77 種 (29.5%)	共通種 58 種’ (22.2%)
フタバコカゲロウ、オオクママダラカゲロウ、ウエノカワゲラ、アミメシマトビケラ属、レゼイナガレトビケラ、クロツツトビケラ、サワダマメゲンゴロウなど	オビカゲロウ、ミヤマカワトンボ、アサヒナカワトンボ、オジロサナエ、トウゴウカワゲラ属、クレメンスナガレトビケラ、ヨツメトビケラ、ツヤヒメドロムシなど	マルタンヤンマ、タカネトンボ、クロオナシカワゲラ、オオアメンボ、ウルマーシマトビケラ、ヒロアタマナガレトビケラ、カタツムリトビケラ属、ミズスマシなど	ヨシノコカゲロウ、シロハラコカゲロウ、ミルンヤンマ、ヒメクロサナエ、キブネミヤマシマトビケラ、セリーシマトビケラ、ウスバガガンボ属など

相模川水系及び酒匂川水系の 2 河川のそれぞれの種類数を整理するために、3 沢より下流域の水系全域で実施された水源環境保全・再生実行 5 ヵ年計画のモニタリング結果（鳥居他，2011，2012）を水系別に整合させると、相模川水系 511 種、酒匂川水系 509 種であることがわかった。国内におけるこれまで一級河川のモニタリング結果では、多摩川が最高で 403 種記録されている（国土交通省，2012)。また、相模川では、過去の記録を整理し 503 種とされている（石綿，2010)。本調査結果は、国や自治

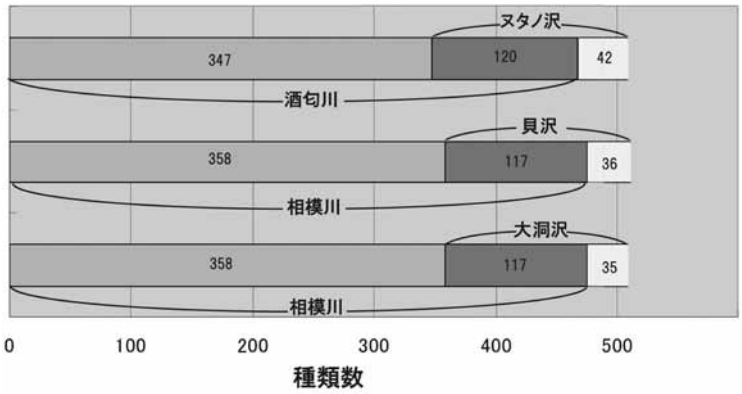


図３　各沢と本川の底生動物

相模川、酒匂川の底生動物の種類数は、鳥居他（2011, 2012）を引用し、その結果と本調査データの種類組成を整合させ種類数を求めた（数字は、左から本川のみで確認された種類数、本川及び各沢で共通に確認された種類数、各沢のみで確認された種類数）

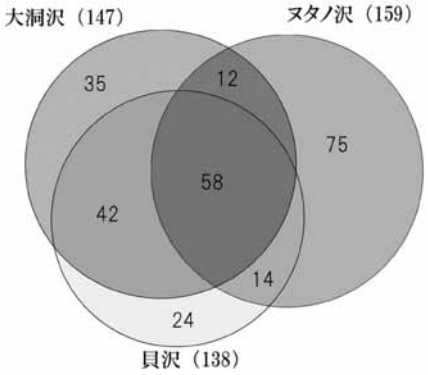


図４　３沢の底生動物（昆虫類）の共通及び固有な種の種類数（括弧内の数字：総種類数）

体レベルで実施されているモニタリング結果のなかでは、最も高い数値であるといえる。また、各々の沢に存在する昆虫類のうち、本川との関連で共通種がどのくらい占めるかを調べると、大洞沢 147 種のうち、112 種、約 76.2％が相模川水系と共通であることがわかった（以下 112/147、約 76.2％と記す）。貝沢では、105/138、約 76.1％、ヌタノ沢では 117/159、約 73.6％で、それぞれ相模川水系及び酒匂川水系と共通であることが判明した（図３）。なお、底生動物では、大洞沢 117/152、約 77％；貝沢 117/153、約 76.5％；ヌタノ沢 120/162、約 74％がそれぞれの水系と共通であった。いずれの沢も、本川と異なる種が 20％以上存在し、源流域の生物相が特徴づけられることがわかった。次に、各沢の生物相を比較する（表２、図４）。大洞沢、貝沢及びヌタノ沢で確認された種のうち、共通種は 58 種 22.2％であった。これらの種はヨシノコカゲロウ、シロハラコカゲロウ、ミルンヤンマ、ヒメクロサナエ、キブネミヤマシマトビケラ、セリーシマトビケラ、ウスバガガンボ属など山地の小渓流に普通に生息している種であった。大洞沢のみの確認種は 35 種 13.4％、貝沢のみの確認種は 33 種 12.6％、ヌタノ沢のみの確認種は 77 種 29.5％であった。大洞沢のみの出現種はオオクママダラカゲロウ、ウエノカワゲラ、アルプスコマドアミカ、サワダマメゲンゴロウなどやや規模の大きい渓流や山地の細流に生息する種であった。貝沢のみの出現種はアサヒナカワトンボ、トウゴウカワゲラ属、オジロサナエ、ヨツメトビケラ、カワニナなどで丘陵地の細流や低山地の小渓流に主に生息する種であった。ヌタノ沢のみの出現種はマルタンヤンマ、タカネトンボ、オオアメンボ、ミズスマシ、クロオナシカワゲラ、カタツムリトビケラ属、ウルマーシマトビケラ、ヒロアタマナガレトビケラなどで、止水やしたたり（飛沫帯、湿潤区、岩清水）に生息する種のほか、規模の大きい河川に普通の種も含まれていた。これらの違いは各地域の標高の違い（大洞沢 470 ～ 480 m、貝沢 251 ～ 368 m、ヌタノ沢 561 ～ 616 m）や異なるハビタートに対応したものと考えられる。

②生活史（化性・生息場所）

水生動物の多くを占める水生昆虫類の化性は、１化性や年２～３化性の種が多いと考えられているが、４～５回の多化性種もある。ユスリカのように小型のグループでは、カワゲラ類，カゲロウ類、トビケラ類と比べてライフサイクルが短い種が多いと考えられる。一方、大型のグループでは数年を要す

表３　沢（ヌタノ沢、大洞沢、貝沢）別水生昆虫（トンボ目、カワゲラ目、ヘビトンボ目）のリスト及び化性（1 化 2, 年以上のみ●印）

目名	科名	種和名	学名	1化2年以上	大洞沢		貝沢	ヌタノ沢	
					上流沢	下流沢		A沢	B沢
トンボ目	カワトンボ科	ミヤマカワトンボ	*Calopteryx cornelia*				2		
		アサヒナカワトンボ	*Mnais pruinosa*				24		
		カワトンボ属	*Mnais* sp.						2
	ムカシトンボ科	ムカシトンボ	*Epiophlebia superstes*	●	2		38		
	ヤンマ科	マルタンヤンマ	*Anaciaeschna martini*						1
		ミルンヤンマ	*Planaeschna milnei*	●	19	9	78		27
		ヤブヤンマ	*Polycanthagyna melanictera*					3	
		ヤンマ科	Aeschnidae						1
	サナエトンボ科	クロサナエ	*Davidius fujiama*	●	1		31		
		ヒメクロサナエ	*Lanthus fujiacus*	●	3		93		14
		オジロサナエ	*Stylogomphus suzukii*	●			14		
		サナエトンボ科	Gomphidae	●			1		1
	オニヤンマ科	オニヤンマ	*Anotogaster sieboldii*	●			21	1	39
	エゾトンボ科	タカネトンボ	*Somatochlora uchidai*	●				6	28
カワゲラ目	クロカワゲラ科	クロカワゲラ科	Capniidae		31	288	92	1	5
	ホソカワゲラ科	ホソカワゲラ科	Leuctridae		1	6	75	5	8
	オナシカワゲラ科	フサオナシカワゲラ属	*Amphinemura* sp.		228	166	26	3	11
		クロオナシカワゲラ	*Indonemoura nohirae*					45	73
		オナシカワゲラ属	*Nemoura* sp.		76	474	141	185	187
		ユビオナシカワゲラ属	*Protonemura* sp.		5	8	9		
	ヒロムネカワゲラ科	ノギカワゲラ	*Cryptoperla japonica*		9		2		
	シタカワゲラ科	シタカワゲラ科	*Taeniopterygidae*		1				
	ミドリカワゲラ科	セスジミドリカワゲラ属	*Sweltsa* sp.					2	3
		ミドリカワゲラ科	Chloroperlidae		65	5	57	7	16
	カワゲラ科	エダオカワゲラ	*Caroperla pacifica*		2	3	8		
		コナガカワゲラ属	*Gibosia* sp.			2			
		クロヒゲカワゲラ	*Kamimuria quadrata*	●	8	1			35
		ウエノカワゲラ	*Kamimuria uenoi*		1				
		カミムラカワゲラ属	*Kamimuria* sp.						1
		ナガカワゲラ	*Kiotina pictetii*	●	2	2	1		
		フタツメカワゲラ属	*Neoperla* sp.		32	2	161	4	13
		ヤマトカワゲラ	*Niponiella limbatella*	●	41	7	13		
		オオヤマカワゲラ	*Oyamia lugubris*	●			3		
		トウゴウカワゲラ属	*Togoperla* sp.	●			18		
		カワゲラ科	Perlidae		68	9	4		
	アミメカワゲラ科	セスジクサカワゲラ	*Isoperla towadensis*		2	2	4		
		クサカワゲラ属	*Isoperla* sp.					5	2
		コグサヒメカワゲラ属	*Ostrovus* sp.		2				
		ヒロバネアミメカワゲラ	*Pseudomegarcys japonica*		111	112		11	6
		アミメカワゲラ科	Perlodidae		8				
ヘビトンボ目	ヘビトンボ科	タイリククロスジヘビトンボ	*Parachauliodes continentalis*	●					1
		ヤマトクロスジヘビトンボ	*Parachauliodes japonicus*	●	6	6	4	3	3
		ヘビトンボ	*Protohermes grandis*	●			1		1
総個体数					724	1102	921	281	478
種類数					24	17	26	14	23
1化2年以上の種類数					8	5	13	3	9

る。ここで、幼虫で越冬し、生育に２年以上を要し、幼虫の成長には餌としての多くの生きた動物を必要とする大型のトンボ目、大型のカワゲラ目及びヘビトンボ目に注目してみたい。

各沢で採集された前記３目のリストを示した（表３）。表のうち、生育に２年以上を必要とする水生昆虫類（以下、１化２年以上と略）は、貝沢（13種）が最も種類数が多く、次いでヌタノ沢Ｂ沢（８種）、大洞沢上流沢（８種）、大洞沢下流沢（５種）と続き、ヌタノ沢Ａ沢（３種）が最も少なかった（図５）。

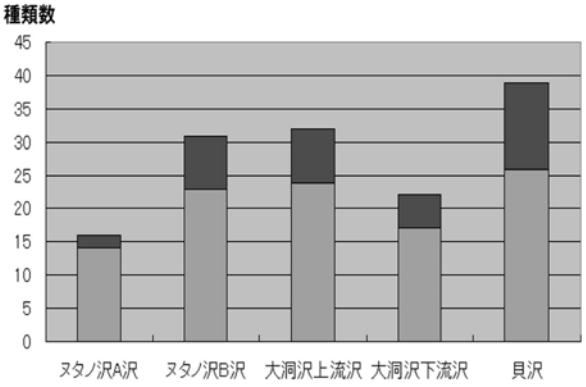


図５　沢（ヌタノ沢、大洞沢、貝沢）別水生昆虫類（トンボ目、カワゲラ目、ヘビトンボ目）の種類数（濃色部＋淡色部）及び化性において、１化２年以上の習性をもつ昆虫類の種類数（濃色部）

ヌタノ沢の例では、オニヤンマやヘビトンボ類は、Ｂ沢では普通に確認されているが、Ａ沢では少なく、例え採集されていても小型の幼虫のみで、十分に生育した終齢幼虫の採集例はなかった。このことは、長い幼虫期を水環境に依存するこれらのグループにとって、冬期に表流水、プールなどが枯渇する一時的な水域は、リスクの伴う生息環境となっているものと考えられる。この傾向は、流水性のトンボ目に影響しているようで、カワトンボ科、ムカシトンボ科、サナエトンボ科の幼虫は、Ａ沢及び大洞沢下流沢において、確認されないかあるいは極めて少なかった。

カワゲラ目のうち、大型で動物食であるカワゲラ科のクロヒゲカワゲラとアミメカワゲラ科のヒロバネアミメカワゲラの２種については、ヌタノ沢Ａ沢において生息していないか、あるいは生息密度が低いことがうかがえた。クロヒゲカワゲラは、山地の枝沢などに多く生息する種であって、成虫は夏から秋にかけて羽化し、幼虫はほぼ通年を表層水で見いだすことができる。また、ヒロバネアミメカワゲラは早春に成虫が羽化するが、幼虫が表層水を利用し始めるのは晩夏から秋口であり、冬季に成長することが知られている。ともに、冬季を成長期とし、大型であるということから、成長においてより安定したハビタットを必要としている可能性があり、流水環境の少ない水域では幼虫期を過ごすのに困難を伴うのであろう。

コウチュウ目においても、ヌタノ沢Ａ沢から採集された種類数は少なかった。水生のコウチュウ目のほとんどが幼生期を水中で生活するグループであるため、冬季に枯渇する傾向のあるヌタノ沢Ａ沢では生息が難しく、採集個対数が少ない結果が得られたものと考える。唯一Ａ沢で確認されたコクロマメゲンゴロウは、沢自体が枯渇しても水分を含んだ落ち葉の下や小さな水たまりでも生活できる種で、幼虫と成虫ともに細流の淀みや登山道側縁沿いにできた、水のしみ出しているような場所から見出すことができる。冬季に枯渇傾向のあるＡ沢においても、部分的に湿潤な場所が存在することが、この種の生息を可能にしていると思われる。マルガムシは幼虫、成虫ともに水生で、もっぱら歩き回り遊泳しない流水性の水生コウチュウである。流水の石の間や落ち葉の溜まった中などから見出される。幼虫及び成虫の生態から、冬季に枯渇する沢での生息は難しい。マルハナノミの仲間は幼虫が水生で、成虫は陸生となる。流れの淀みに溜まった落ち葉の中や、岩盤のしたたりなど、種類により多くの水域から確認することができる。Ａ沢からはまったく確認できず、反対にＢ沢では個体数も多く優占していることは、このことを物語っている。ハバビロドロムシは神奈川県内でもあまり確認されていない種で、成虫は半水生で水のない場所でも生息可能であるが、幼虫は完全な水生で、水域が枯渇しさらに溶存酸素量の少ない場所では生息は不可能であると思われる。

水生昆虫類の生活史は複雑で多義にわたっているが、一生のうち、一部あるいはほとんどを水生の生活をおくる。従って、第一義的には、水界の存在はそれぞれの生活史を円滑におくる上で重要である。しかし、表流水が一時的に枯渇あるいは伏流するような源頭部（一次谷）の環境や垂直岩盤などのした

たりを積極的に利用する水生昆虫が存在する(三枝・倉西，2005)。例えば、前者はガガンボカゲロウ、後者はカワゲラ目オナシカワゲラ類、トビケラ目ナガレトビケラ類はこのような水域の代表種である。断続的な流水域やしたたりには魚類など大型の捕食者の存在が少なく、安全な水域として積極的に利用されていると考えられる。これらのうち、ガガンボカゲロウやオナシカワゲラ類は、有翅の昆虫で、成虫期に飛翔し移動できるにもかかわらず他地域との交流がなく遺伝的にもかなり孤立した分類群といえる（石綿他，1997；東城・石綿，2007)。一方、同じカゲロウ類においても、広域的に分布するナミヒラタカゲロウは、隣り合う沢間での遺伝子の交流があるといった報告もある（Takemon, *et al.*, 1998)。トビケラ類についても、移動分散する報告も多く、例えば、成虫採集におけるヌタノ沢A沢ではウルマーシマトビケラのような広域分散種のみが、B沢では移動性の低い種が多く採集された。また、オニヤンマやタカネトンボのようにB沢に普通にみられる種の産卵行動がA沢でしばしば確認されていることや、上流の一時的なプールにムラサキトビケラの筒巣が確認されていることなど、沢間の交流はかなり普通なことと考えられる。

以上のことから、大型のトンボ目、大型のカワゲラ目、ヘビトンボ目及びコウチュウ目は、源流モニタリングにおける表流水の有無など水環境の指標生物として有用であろう。一方、これら以外の水生動物であっても、源頭部の飛沫帯や止水域など特異な環境に生息場所をもつ水生動物は、調査対象水域の生息場所をモニタリングする際の指標生物として利用できるであろう。

2　注目種

新たな水域の調査では、ファウナ上の新知見とともに、国内初記録及び未記載種などの新知見が期待される。本項では、特に注目すべき種として、日本未記録種および神奈川県RDB種（神奈川県，2006）として指定された昆虫類を中心にまとめた。なお、環境省のレッドリスト（環境省，2007）に指定された昆虫は確認されなかった。

一般に、昆虫分類は、成虫の交尾器によることが多く、幼虫のような未成熟段階の形質を用いることは、精度上の問題が多い。分類上、未整理分野の多い水生昆虫類においてもその例外ではなく、幼虫と成虫の関連や各形質の比較研究が必要とされるため、成虫調査の実施は重要である。ヌタノ沢の底生動物調査と平行して実施した灯火採集によって確認された水生昆虫の成虫（カゲロウ目、カワゲラ目、トビケラ目）のなかで（付表３)、日本未記録種のうち未記載種と考えられるものは、カゲロウ目２種、カワゲラ目５種、トビケラ目２種であった。このうち、カゲロウ目の２種は本報告とは別に石綿他(2013）によって報告された。一方、灯火採集と飼育調査をとおして確認されたハエ目ユスリカ科については、２種が未記載種と考えられ、そのうち１種がKobayashi（2012）によって新種として報告された。また、ヌタノ沢のユスリカ科については、本報告とは別に小林（2013）によって、106種が記録され日本初記録種あるいは希少な種として15種が明らかにされた。この他の知見については、他の分類群を含め、現在、精査、検討中である。

神奈川県のRDB種として指定された種は、ガガンボカゲロウ、ニホンカワトンボ、ミルンヤンマ、タカネトンボ、オオアメンボ、ハバビロドロムシ、ミズスマシ、クロズマメゲンゴロウの８種であり、それぞれの種について以下に概説した。

ガガンボカゲロウ*Dipteromimus tipuliformis* McLachlan（図６）

図６　ガガンボカゲロウ
Dipteromimus tipuliformis McLachlan、成虫

ガガンボカゲロウは、日本特産で奄美大島から本州にかけて分布する。成虫の体長は、最長20㎜ほどで、カゲロウでは大型である（石綿・竹門,

2005)。他府県の分布の例では、低山地の源流域で普通であるが、丹沢では、源頭部付近の小さな流れやプールに確認されることが多く、幼虫は人目に付きにくい種である。いずれの場所も、魚類など大型の捕食者の影響が少ない渓流の上部に生息場所をもっていることが多い。分布の東限は神奈川県とされていて､そのことと地域性が高いことから(後述)、神奈川県版RDB種の注目種とされている。成虫は、水域にごく近い岸よりの30cmから2mほどの低い草木の葉表で確認されることが多い。

今回の調査で、幼虫が、貝沢及び大洞沢から採集された。これまでの東限の記録が早川水系の大平とされているので（東城・石綿，2007)、大洞沢で採集されたことは、分布がさらに東の水域で確認されたことになる。なお、最近、津久井湖に注ぐ小河川(三井名手）でも確認されているので（守屋・窪田，2012)、今後、県東部の低山地でも採集される可能性がある。

東城・石綿（2007）は、本種の地域個体群内での遺伝的多様性の低さや、個体群間でのハプロタイプの孤立化を指摘し、この背景として、ガガンボカゲロウの生息環境そのものが局所的な分布となる河川源流域であることに加え、極めて低い移動・分散力が、各地域個体群間の遺伝的な交流を妨げ、遺伝的にも孤立した個体群が維持されてきたものとしている。一般に、希少な種の保全の方策として、種レベルで検討されることが多いが､多様性の保全には、地域個体群レベルでの保全が必要であろう（東城・石綿，2007)。水生昆虫類には、本種のほかに、カワゲラ、トビケラなどに見られるように、源流域に生息場所をもつものも少なくない。したがって、源流域の保全には、河川はもとより森林管理も含めた多方面での施策が重要と考えられる。

ニホンカワトンボ *Mnais costalis* Selys （図7）

ニホンカワトンボは、日本では北海道から本州にかけて分布し、国外ではロシア（千島列島）に分布する。成虫の全長は、雄で50～68㎜、雌で47～61㎜。幼虫期間は1～2年程度で、平地から丘陵地の近くに樹林のある抽水植物や沈水植物の繁茂する清流に生息する(尾園他,2012)。また､杉村他(2008)は、本種が近縁のアサヒナカワトンボと比べ比較的水量が多く開放的な流れを好むとしている。神奈川県内では、多摩丘陵、相模原台地を南下し、相模川以西では大磯丘陵沿いに酒匂平野まで分布しているが、県東部では都市開発のためかつての産地の多くで絶滅し、市民の森などの保全緑地の源流部に残存している状況であることから、神奈川県版RDBの準絶滅危惧種とされている（苅部他，2006)。

今回の調査で、尾鰓の形状から本種と同定される幼虫がヌタノ沢のB沢の緩やかな流れで採集された。苅部他（2010）は、酒匂川の中・下流部ではニホンカワトンボ及び伊豆個体群が分布するとし、酒匂川の上流部から近縁種の記録がないとした。その後、神奈川県のモニタリング調査によって、世附川(一の沢･一の沢橋）で同属の種が確認されたが（鳥居他，2012)、標本が不完全であるため種の同定は困難である（齋藤，私信)。

図7　ニホンカワトンボ *Mnais costalis Selys*、成虫

ミルンヤンマ *Planaeschna milnei*（Selys）（図8,9）

ミルンヤンマは、日本特産種で北海道南部から九州にかけて分布し、佐渡島など複数の離島にも産する。成虫の全長は、雄で61～78㎜、雌で61～80㎜。幼虫期間は半年～3年程度だが卵期間が5～8ヶ月と長い。丘陵地から山地の森林に囲まれた渓流に生息する（尾園他，2012；杉村他，2008)。神奈川県内のほぼ全域に生息するが、都市部では開発により危機的な状況にあるほか、地下水の枯渇のためか水源が途絶える地点が増え、今後の減少が危惧されるため神奈川県版RDBの要注意種とされている(苅部他，2006)。

大洞沢、貝沢及びヌタノ沢で幼虫が採集された。ヌタノ沢のA沢は冬季に大部分が伏流水となるた

め、卵～幼虫期の長い本種の幼虫は成長出来ないと考えられる。

図８　ミルンヤンマ *Planaeschna milnei* (Selys) 、成虫

図９　ミルンヤンマ *P. milnei* 、幼虫

タカネトンボ *Somatochlora uchidai* Förster　(図 10)

図 10　タカネトンボ *Somatochlora uchidai* Förster、成虫

タカネトンボは、日本では北海道から屋久島にかけて分布し、国外では中国、ロシア（千島列島）に分布する。成虫の全長は、雄雌ともに 53 ～ 65㎜。幼虫期間は 2 ～ 3 年程度で、おもに丘陵地や山地の樹林に囲まれた薄暗い池沼に生息する（尾園他，2012．杉村他，2008）。神奈川県のほぼ全域に生息するが、近年、湘南および県東部における減少が顕著であり、生息環境が人工的な改変により消滅する例が多いため、神奈川県版 RDB の要注意種とされている（苅部他，2006）。

今回の調査で、ヌタノ沢の A 沢および B 沢の止水環境で幼虫が採集され、同水域でパトロールする成虫も観察された。

オオアメンボ *Aquarius elongatus* (Uhler)（図 11）

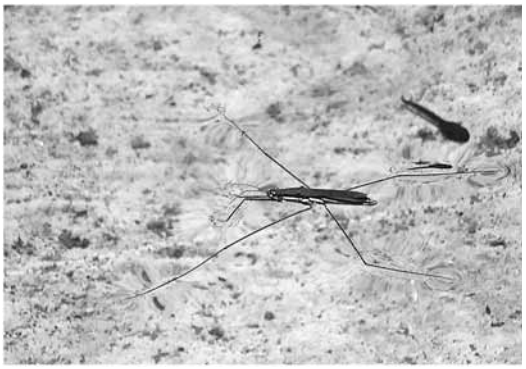


図 11　オオアメンボ *Aquarius elongatus* (Uhler)、成虫

オオアメンボは、日本では本州から九州にかけて分布し、国外では韓国、中国、台湾に分布する。成虫の体長は 19 ～ 27㎜ で日本最大種。池沼などの止水域、緩流に生息し、日陰となる水面を好む（林・宮本, 2005）。県内では広く記録されているが、近年、生息地の改修工事や水質汚染により相模川以東での減少が激しく、分布域の縮小が顕著なため神奈川県版 RDB の準絶滅危惧種とされている（苅部，2006）。

今回の調査で、ヌタノ沢の A 沢及び B 沢の止水環境で成虫が多数観察された。同属の幼虫も観察されていることから、調査地点で繁殖している可能性は高い。

ハバビロドロムシ　*Dryopomorphus extraneus* Hinton　(図 12)

図 12　ハバビロドロムシ　*Dryopomorphus extraneus* Hinton、成虫

ハバビロドロムシは、本州から九州にかけて分布する。ヒメドロムシ科の中では体長約４㎜と大型で、同属のヒメハバビロドロムシは少し小型となる。ほとんどが河川源流部から発見されており、神奈川県内のからは過去に２例の記録があるのみである。座間市では湧水流から（西川・丸山，1993)、相模原市緑区鳥屋の早戸川上流部に流れ込む細流でこの記録であるが（守屋，1994)、神ノ川支流の矢駄沢に流れ込む細流の湧き出し口からも発見されている（守屋，未発表)。本科の幼虫、成虫はほとんどが水生であるが、一部の属では半水生と思われるグループもあり、本種の含まれる属でもこのことがいえる。本属の成虫は、水の中から採集するというよりは、水際にたまった落ち葉や木の枝、コケ類などからよく採集されることからもこのことが伺える。

本種は一ヶ所で数多く確認されることはなく、また近隣に同条件の場所があっても確認することが難しく、広い範囲で分布が確認できない。情報が少ないものの、生息環境の悪化や変化などにより簡単に絶滅してしまう可能性の高い水生コウチュウと思われる。ヌタノ沢では幼虫も確認されており、現在神奈川県内で記録されている地点の中では最も標高が高く、本来の生息場所として位置づけることができるかもしれない。丹沢山地河川源流域の環境が、森林整備などにより安定した状態で保全されていくことが、本種の生息の存続に欠かすことのできない条件と思われる。

ミズスマシ　*Gyrinus japonicas* Sharp　（図 13）

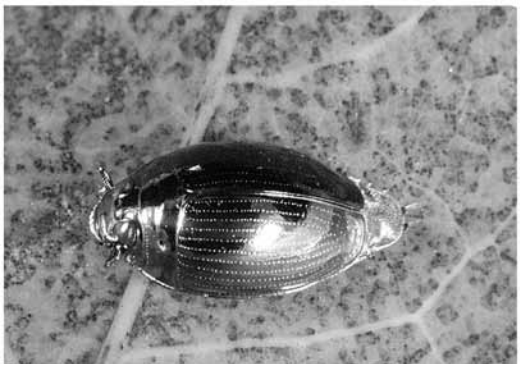


図 13　ミズスマシ　*Gyrinus japonicas* Sharp、成虫

ミズスマシは北海道から九州まで分布している水生コウチュウで、水面をクルクル回りながら動く行動が特徴的である。幼虫・成虫ともに肉食で、成虫は活動しながら水面に落ちた昆虫や、水中の水面近くにいる昆虫などを食べている。幼虫は水生で、他の水生昆虫や小動物を大きなあごで捕え食べている。

神奈川県内では比較的広い範囲で確認されている（平野， 2004）が、本種の生活場所である止水域が減少し、神奈川県のレッドデータ生物調査報告書においても準絶滅危惧種に指定されている（苅部，2006)。丹沢山麓が主な生息場所となっており、平野部では姿を消してしまったようである。自然状態で池や湿地が減少、消滅している現状では、山間地の小規模な水溜りなどで確認できようであるが決して多くはない。

自然状態での池や湿地といった止水域が減少しているなか、皮肉なことに人間により造られた砂防ダムでできた止水環境や、人工湖により形成された湖岸の入り江が、ミズスマシにとって条件のそろった場所になっているようである。このことは、今回の調査によりヌタノ沢の砂防ダムで確認されたことからも裏付けられている。ミズスマシは、平野部での生息場所を追われ、山間部に残され、造られた環境に適応し、したたかに生きているが、砂防ダムという不安定な環境において、種をいかに維持していくことができるかは確実とはいえない。止水性の水生昆虫にとって、このような環境が現状で存在することは幸いではあるが、決して保障されない場所であることも事実である。

クロズマメゲンゴロウ　*Agabus conspicuus* Sharp （図 14）

図 14　クロズマメゲンゴロウ
Agabus conspicuus Sharp、成虫

クロズマメゲンゴロウは北海道から九州に分布し、主に山間地の水溜りや池などで見られる。体長約 1cm と中型の部類に入るゲンゴロウで、同属のマメゲンゴロウとは容易に区別することができる。

神奈川県内では平野部の河川や池などから確認されているが（平野， 2004)、現在では数ヶ所のみとなっており、神奈川県レッドデータ生物調査報告書では絶滅危惧Ⅱ類とされている（苅部， 2006)。流水性のゲンゴロウやミズスマシは、生息場所も安定し生存している種も多くいるが、ミズスマシ同様止水性の昆虫類にとっては、その環境さえ存在しない状態となってしまい、絶滅危惧や情報不足、絶滅といったカテゴリーが多くみられる。

比較的小規模な止水域でも見られ、県内での筆者の一人の知る記録地は、増水時河川敷に残された川岸の水溜りである。県外での採集経験では、湿地の水溜りや砂防ダム、林道の水溜りなどがあり、ヌタノ沢でも砂防ダムで確認されている。他の場所から飛翔して移動してきたことも考えられるが、条件の合う場所がなくては繁殖することはできず、貴重な場所となっていることに違いはない。

ミズスマシ同様、止水性の水生昆虫にとって山間地の水域は貴重な場所である。神奈県内における水辺の環境悪化と止水域の壊滅的な状況から、皮肉にも山間部の砂防ダムの環境は、止水性昆虫にとって残された生息域として、安定的な場所になりうることも考えられる。適切な管理に基づく森林整備は、止水性動物の生息場所の保全という観点からも重要であり、さらには、生物多様性の保全に繋がることを意味するであろう。

Ⅳ　まとめ

・源流河川（大洞沢、貝沢及びヌタノ沢）の底生動物を 2007 年～ 2012 年にかけて調査した。
・その結果、大洞沢 152 種、貝沢 153 種、ヌタノ沢 162 種、全体で 277 種が確認された。下流域で実施された水源環境保全・再生実行 5 ヵ年計画の底生動物のモニタリング結果と合わせると相模川水系の底生動物は 511 種、酒匂川水系のそれは 509 種であった。
・大洞沢では山地の渓流や細流、貝沢では丘陵地の細流や低山地の小渓流、ヌタノ沢では止水、湿潤区、岩清水や規模の大きい河川の普通種がそれぞれ生息することがわかった。
・大型水生昆虫類（トンボ目、カワゲラ目、ヘビトンボ目）及びコウチュウ目は、冬季に枯渇する傾向の沢（ヌタノ沢 A 沢、大洞沢下流沢）では少ない傾向であることがわかった。このことは、これらの動物が源流モニタリングにおける水環境の指標生物として有用であることが指摘された。
・未記載種としてカゲロウ目 2 種、カワゲラ目 5 種、トビケラ目 2 種、ハエ目ユスリカ科 2 種が確認された。この他、ユスリカ科において日本初記録種あるいは希少な種として 15 種が確認された。
・注目すべき種（神奈川県 RDB 種など）として、ガガンボカゲロウ、ニホンカワトンボ、ミルンヤンマ、タカネトンボ、オオアメンボ、ハバビロドロムシ、ミズスマシ、クロズマメゲンゴロウが採集された。

Ⅴ　謝　　辞

トンボ目の写真は山村聖氏、嶋﨑えつ子氏から提供していただいた。また、この調査を実施するにあたり、神奈川県自然環境保全センターの元研究連携課課長山根正伸氏、主任研究員内山佳美氏、横山尚秀氏から調査の協力や貴重な情報をいただいた。感謝する次第である。

Ⅵ　引用文献

安倍弘（2006）日本産ミズダニ類目録（Acari: Prostigmata: Hydracarina）. 日本ダニ学誌 15（1）: 1-16.

林正美・宮本正一（2005）半翅目 Hemiptera. 291-378. 日本産水生昆虫　科・属・種への検索. 川合禎次・谷田一三（共編）1342pp、東海大学出版会、神奈川.

平野幸彦（2004）コウチュウ目 . 神奈川県昆虫誌、神奈川昆虫談話会、pp. 335-835.

石綿進一他（監修）（2005） 日本産幼虫図鑑 . 336pp. 学習研究社、東京 .

石綿進一・竹門康弘（2005） カゲロウ目 Ephemeroptera. 31-98. 日本産水生昆虫　科・

属・種への検索. 川合禎次・谷田一三 (共編) 1342pp、東海大学出版会、神奈川.

石綿進一 (2010) 水生昆虫を中心とした水生動物. 141-144. 相模川流域誌 本編 (上). 相模川流域誌編纂委員会 (編)、国土交通省関東地方整備局京浜河川事務所、東京 .

石綿進一・野崎隆夫・清水高男 (1997) IV. 水生昆虫からみた丹沢の沢 . 530-538. 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) , 丹沢大山自然環境総合報告書 , 神奈川県環境部 .

石綿進一・藤谷俊仁・司村宜祥 (2013) ヌタノ沢のカゲロウ類 . 神奈川県自然環境保全センター報告、10 : 177-185.

神奈川県 (2006) 神奈川県レッドデータ生物調査報告書 2006. 高桑正敏・勝山輝男・木場英久 (編)、神奈川県立生命の星・地球博物館、小田原 .

環境省 (2007) 環境省報道発表資料 平成 19 年 8 月 3 日 哺乳類、汽水・淡水魚類、昆虫類、貝類、植物 I 及び植物 II のレッドリストの見直しについて : http://www.env.go.jp/press/press.php?serial=8648(downloaded on 2012-3-1).

苅部治紀 (2006) 水生半翅類 . 337-339. 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 2006、神奈川県立生命の星・地球博物館、神奈川県 .

苅部治紀 (2006) 水生甲虫 . 385-392. 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 2006、神奈川県立生命の星・地球博物館 .

苅部治紀・川島逸郎・岸一弘 (2006) トンボ類 . 311-330. 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 2006、神奈川県立生命の星・地球博物館、神奈川県 .

苅部治紀・守谷博文・林文男 (2010) 神奈川県を中心としたカワトンボ属の分布 . 神奈川県立博物館研究報告 39 : 25-34.

川合禎次・谷田一三 (編) (2005) 日本産水生昆虫 . 東海大学出版会、東京 .

Kobayashi, T (2012) A new distinctive species of the genus *Orthocladius* with hairy eyes from Japan (Diptera: Chironomidae). Zotaxa 3230 : 52-58.

小林貞 (2013) 西丹沢ヌタノ沢のユスリカ科 (Chironomidae). 神奈川県自然環境保全センター報告、10 : 195-201.

国土交通省水管理・国土保全局河川環境課 (2006) 平成 18 年度版 河川水辺の国勢調査 基本調査マニュアル【河川版】.

http://mizukoku.nilim.go.jp/ksnkankyo/mizukokuweb/system/DownLoad/H24_manual_river/00.gaiyou.pdf#search='%E6%B2%B3%E5%B7%9D%E6%B0%B4%E8%BE%BA%E3%81%AE%E5%9B%BD%E5%8B%A2%E8%AA%BF%E6%9F%BB%E3%83%9E%E3%83%8B%E3%83%A5%E3%82%A2%E3%83%AB' (downloaded on 2012-12-1).

国土交通省 (2010) 河川水辺の国勢調査ための生物リスト . http://www3.river.go.jp/system/seibutsuList.htm# (downloaded on 2012-3-1).

国土交通省 (2012) 河川水辺の国勢調査１～４巡目調査結果総括検討〔河 川 版〕(生物調査 [魚類・底生動物] 編) 平成 24 年 3 月国土交通省水管理・国土保全局河川環境課 http://mizukoku.nilim.go.jp/ksnkankyo/mizukokuweb/download/pdf/gaiyo/1-4sokatsu2012.pdf' (downloaded on 2013-1-15).

森正人・北山昭 (2002) 改訂版図説日本のゲンゴロウ . 文一総合出版、東京 .

守屋博文 (1994) 鞘翅目 . 84-88. 相模川水系の水生昆虫 I 、相模原市教育委員会.

守屋博文・窪田迅郎 (2012) カゲロウ目 Ephemeroptera. 12-17. 相模原市立博物館史編さん班 (津久井町史担当) (編)、津久井町の昆虫Ⅲ津久井町史調査報告書、相模原市.

西川正明・丸山清 (1993) 座間市の甲虫目 . 219-308. 座間市の動物、座間市教育委員会.

尾園暁・川島逸郎・二橋亮 (2012) ネイチャーガイド 日本のトンボ. 531pp、文一総合出版、東京.

三枝豊平・倉西良一 (2005) 岩清水と昆虫、昆虫と自然 40(10) : 2-5.

杉村光俊・小坂一章・吉田一夫・大浜祥治 (2008) 中国・四国のトンボ図鑑. 255pp、いかだ社、東京.

Takemon Y., H. Kanayama, K. Tanida, S.H. Baik, M. Ishigami & Kato M (1998) RAPD analysis on subpopulations of a mayfly species, *Epeorus*

ikanonis (Heptageniidae: Ephemeroptera). Viva Origino 26: 283-292.

東城幸治・石綿進一（2007）3. ミトコンドリア DNA 塩基配列からみた丹沢地域におけるガガンボカゲロウの遺伝的多様性．丹沢大山総合調査学術報告書：337 － 339.

鳥居高明・齋藤和久・樋村正雄（2011）相模川水系の底生動物相および底生動物群集を用いた水系の類型化、神奈川自然誌資料 32：91-100.

鳥居高明・齋藤和久・樋村正雄（2012）酒匂川水系の底生動物相および底生動物群集を用いた水系の類型化、神奈川自然誌資料 33：55-64.