

矢作川水系におけるカワゲラ類の分布に与える人為的影響

Distribution of Plecoptera (Insecta) in the Yahagi River system, central Honshu, Japan, with special reference to the artificial impacts on the distribution藤本 卓也[†], 内田 臣一^{††}, 山脇 健也^{†††}

Takuya FUJIMOTO, Shigekazu UCHIDA, Ken-ya YAMAWAKI

Abstract Stonefly nymphs (Insecta, Plecoptera) were collected at 78 sites in the Yahagi River system, central Honshu, Japan in 2015-2016. In addition to the data from literature on the nymphs, at least 45 taxa of Plecoptera were identified, and out of these 24 were identified to the species level. Each taxon (species) of Plecoptera tended to occur in a characteristic scale of river basins (area of catchment basin) and in a characteristic zone of altitude, not only in the zone under the altitude ca. 1000 m, but also in the zone over ca. 1000 m. For instance, *Scopura montana* (Scopuridae) and *Isoperla towadensis* (Perlodidae) nymphs were abundant at small-scale mountain streams (catchment basin : smaller than 0.1 km²) and at the altitudes higher than ca. 1000 m. This indicates that the suitable habitat of each taxon (species) about area of catchment basin and about the altitude is similar to that observed in the Tama River system, central Honshu, also in the streams at the altitudes over ca. 1000 m. *Oyamia lugubris* (Perlidae) nymphs were not collected at all between the four dams along the Tomoe River, the largest tributary of the Yahagi River. These sites are included in the suitable habitat for *Oyamia lugubris* about the area of catchment basin and about the altitude, but *O. lugubris* did not occur. It is not clear whether artificial impacts affect the occurrence, or not. *Xanthoneuria* (Perlidae) nymphs were collected continuously above the Yahagi Dam, but they were not collected at all below the dam, where six other dams are located. *Isoperla* nymphs were also abundant above the Yahagi Dam, and they were collected below the dam too, but they were rare in the drought stretches below the diversions. *Xanthoneuria* and *Isoperla* nymphs may be affected by artificial alteration of river environment by the dams.

1. はじめに

1・1 カワゲラ類とは

カワゲラ類は楯翅目 (Plecoptera) に属する昆虫の総称であり、世界で約 3500 種¹⁾、日本で約 200 種²⁾が記録されている。幼虫は水生で主に河川・溪流の流水に生息し、成虫は陸生である。幼虫は河床の礫間や礫下の隙間、落葉の堆積物や植物の根の間などに生息する底生動物である。食性は他の水生昆虫などを捕食する肉食性、落葉や付着藻類などを食べる植食性と様々である。また、幼虫は有機汚濁に弱く、水質を 4 階級に分けた場合に最もき

れいな水質の河川に生息するため、有機汚濁の程度を調べることができる指標生物として用いられている^{3,4)}。

1・2 研究背景

矢作川水系は長野県、岐阜県および愛知県を流域としており、源流の大川入山 (長野県・標高 1908 m) から愛知県中央部を流れて三河湾へと注ぐ、幹川流路延長約 118 km、流域面積約 1830 km² の一級水系である。

矢作川本流は上流に急峻な山地をもつ河川であり、地質は風化しやすい花崗岩が大部分を占めることにより、自然状態では出水時に多量の土砂が移動する。しかし、矢作川中・下流域では 1970 年代までに建設された複数のダムなどの影響により、上流の山地からの土砂移動が妨げられた。そのため、中流の河床から細粒の砂礫が流れ去り、河床の表層に粗粒の礫だけが残るアーマー化と

[†] 愛知工業大学大学院 建設システム工学専攻^{††} 愛知工業大学 工学部 土木工学科^{†††} 愛知工業大学 工学部 都市環境学科

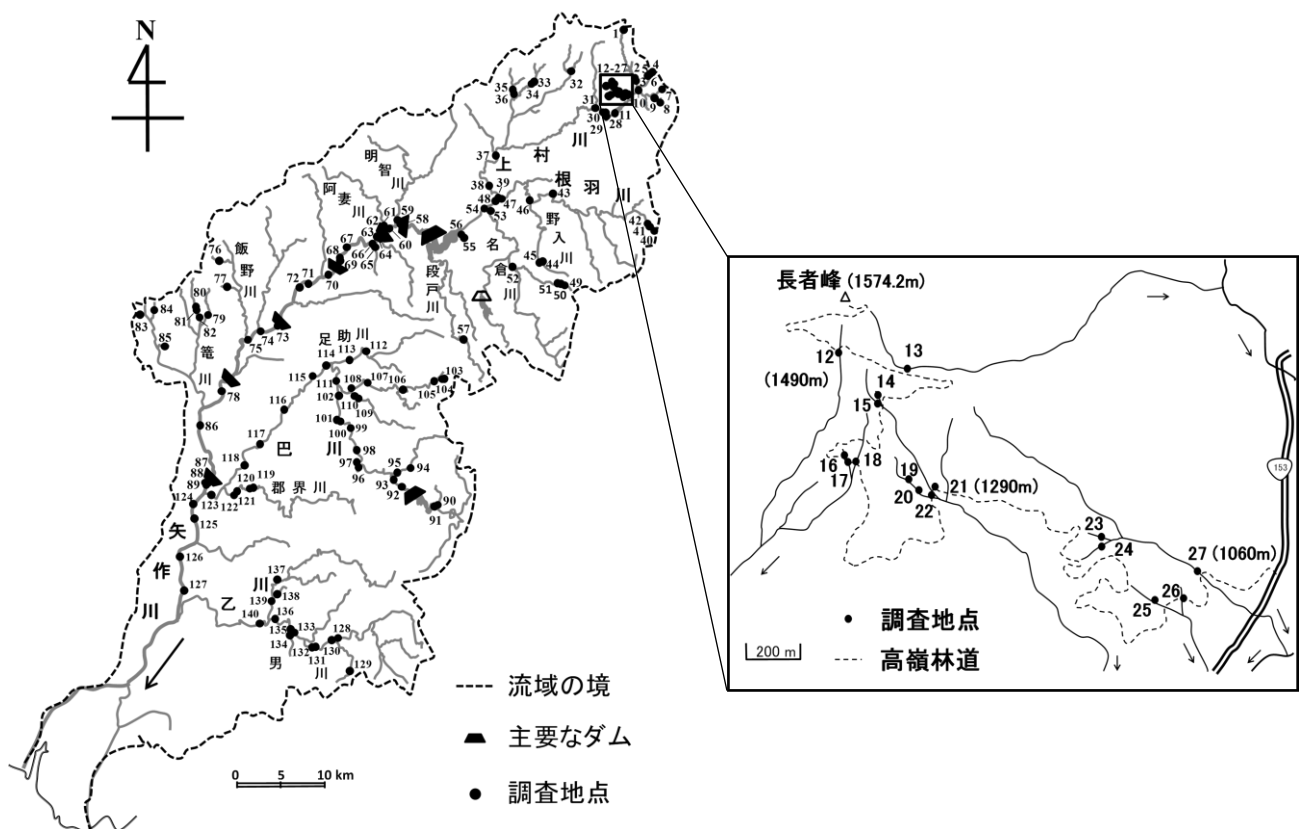


図 1. 矢作川水系における調査地点

いう現象が起り、河床が極めて安定した状態となった⁵⁾。この砂礫の移動の減少には、1955 年頃から 1995 年にかけて、越戸、阿摺、百月の各ダム貯水池内で砂利採取が行われたことも影響していると考えられる^{6,7)}。さらに、1970 年に建設された矢作川水系における最大規模のダムである矢作ダムの洪水調節により、出水の規模と頻度が小さくなった。それにより、河床への攪乱が減り⁵⁾、アーマー化がさらに促進されたと考えられる。

このように河床が安定していると、それを好む底生動物の造網性トビケラ類が増加すると言われている⁸⁻¹⁰⁾。矢作川では特に本流の中流部において、造網性トビケラ類が瀬の底生動物群集において優占して生息している¹¹⁾。また、本流の中流部では造網性トビケラ類の他に、大型糸状緑藻カワシオグサ *Cladophora glomerata* の大繁茂^{12,13)}、外来の二枚貝カワヒバリガイ *Limnoperna fortunei* の侵入と大発生¹⁴⁻¹⁶⁾、同じく外来の水草オオカナダモ *Egeria densa* の大繁茂¹⁷⁻²¹⁾などが知られている。

これらの生物の異常発生は、矢作ダムをはじめとする複数のダムによる流量の平滑化や掃流土砂の減少による河床攪乱の不足のため、河床が過度に安定していることが原因の一つであると考えられている^{5,12,15,21-24)}。

その対策として、掃流土砂による河床の攪乱を復活させる試みがこれまでに実施されている。まず、1995~1998

年に矢作川中流の一部区間において、河床の攪乱を促進させることを目的とした砂利投入実験が行われた¹²⁾。この実験が大型糸状緑藻と底生動物へ与えた影響を調べた結果、その効果は顕著には認められなかった²⁵⁻²⁸⁾。

一方、上流の矢作ダムには、現在までに本来のダム機能を損なう恐れがあるほどの土砂が堆積している。特に 2000 年 9 月の東海豪雨(恵南豪雨)では、平年の約 10 年分になる 280 万 m^3 を超える大量の土砂がダム貯水池に流れ込んだ。そのため、矢作ダム上流からダム湖内に流入する土砂を土砂バイパストンネルによって矢作第二ダム下流に迂回させ、連続した土砂移動の回復を目指す計画が、国土交通省矢作ダム管理所により現在検討されている²⁹⁾。土砂バイパストンネルの建設により、ダム機能の維持、および土砂移動の復活によるダム下流の掃流土砂の増加が期待されている。

そこで、矢作ダムより下流に流下する土砂量が増加することによる影響や効果を把握するため、2006 年から矢作ダム下流の 2 地点(小渡、池島)で置き土実験が行われた³⁰⁻³²⁾。その後、流量に合わせて排出する土砂量をコントロールできる給砂実験が計画され³³⁾、2016 年 9 月 21 日に初めて実験が実施された³⁴⁾。

これら河床の攪乱を促進する事業の効果については、土砂移動量などの物理的な指標によって評価するだけで

なく、水生生物を調べることによってその生息環境を評価する²⁵⁻²⁸⁾ことも重要である。水生生物のうち造網性トビケラ類については、岡田ほか³⁵⁾が矢作川において河床攪乱の生物指標として用いることを試みた。ここで、造網性トビケラ類は河床の攪乱が少ないと増える生物として用いられたが、その一方で、一般に河床の攪乱に耐えると考えられているカゲロウ類やカワゲラ類などの生物も指標として活用することは必要だと考えられる。

1・3 研究目的

調査地域とした矢作川水系におけるカワゲラ類幼虫の分布については、川崎・内田の研究³⁶⁾がある。この研究では、カワゲラ類の各種(属)がそれぞれ特有の標高・河川規模(集水面積)に限り生息していること、カワゲラ類の自然状態の分布は、同属の近縁種が河川の上流から下流へ置き換わり、そして連続的に生息すると考えられること、また矢作ダムが一部のカワゲラ類の生息に悪影響を与えている可能性があることを指摘した。しかし、標高約 1000 m 以上の高い溪流、支流および本流のダム連続区間における調査や検討が不十分となっていた。

そこで、本研究ではそれらの地点を重点的に調査することで、矢作川水系におけるカワゲラ類幼虫の分布への人為的な影響の可能性をさらに探り、土砂パイパストンネル等の河川環境改善のための事業をカワゲラ類の生息状況を用いて評価できるかを検討した。なお、想定する人為的な影響とは、ダムによる洪水調節・流量の平滑化および土砂移動の減少、河川の水を水力発電や農業などの用途で取水することによる減水、生活排水などによる有機汚濁、といった人間活動による河川環境の変化によって引き起こされる影響のことである。

2. 研究方法

2・1 採集および同定

矢作川水系におけるカワゲラ類幼虫の分布を定時間採集、定性採集の2方法により調査した。そして、採集したカワゲラ類は80%のエタノールで固定して持ち帰り、双眼実体顕微鏡(ニコン SMZ645)により、科・属・種までできる限り詳しく同定した。

2・1・1 定時間採集

のべ採集時間を決めてカワゲラ類幼虫を採集し、その個体数を定量的に調べた。網目内径約 3 mm のタモ網を用い、のべ 120 分間、瀬や淵、落ち葉などが溜まっているところなどの様々な微生物場所でカワゲラ類を含む底生動物を採集した。ただし、2016 年の一部の定時間採集(7 地点)では、カワゲラ類のみをのべ 30 分間採集した。

これら 7 地点については、すべての底生動物を採集した他の地点と異なり、のべ 60 分間あたりの個体数に換算して図示した。

2・1・2 定性採集

定時間採集と同様に様々な微生物場所で採集した。豊田市矢作川研究所および愛知工業大学 河川・環境研究室(2016 年より生態研究室)が 2000 年から毎年実施している広域定点調査(7 地点)では定性採集をしており、採集時間は定めていないが 2 人でのべ 30 分間程度採集したことが多い。そこで、個体数を図示する際は 120 分間採集の個体数に換算して図示した。定点調査であるため、1 地点において複数回の個体数データが得られているが、最多の個体数を示した。また、中日本高速道路(株)提供の標本による 17 地点は定性採集であるため、定時間採集とは異なる記号を用いた。

2・2 矢作川水系における調査地点

本研究では 2015、2016 年に 61 地点で調査した。これに中日本高速道路(株)提供の標本による 17 地点、川崎・内田³⁶⁾による 2004~2014 年の定時間採集の 55 地点および広域定点調査による定性採集の 7 地点を加え、計 140 の調査地点(図 1)の結果を用いた。矢作川水系における調査地点情報は付表 1-1、1-2 に示した。

調査地点は上流から下流へと順番に番号を付けた。ただし、矢作川水系の最上流部に位置する調査地点 12-27(図 1 右)に関しては、それぞれ支流の異なる調査地点が高嶺林道沿いの近くに集中したため、例外として標高の高い方から低い方へと順番に番号を付けた。

2・3 標高および集水面積を用いた検討

調査地点の環境を制約する 2 つの特性、標高および河川規模(集水面積)に着目し、カワゲラ類幼虫の個体数との関係を検討した。河川規模としては、調査地点の上流側の分水界で囲まれた集水域の面積を用いた。標高および集水面積は、国土地理院(地理院地図—電子国土 web)の 1:25,000 地形図から求めた。集水面積は川崎・内田³⁶⁾の調査地点を含む全調査地点を測定した(付表 1-1、1-2)。

図は縦軸に標高(m)、横軸に集水面積(km²) (対数)をとり、各調査地点で採集されたカワゲラ類各種(属)の個体数を示した(図 2, 4, 付図 1-1~1-6, 2)。

2・4 多摩川水系との比較

多摩川水系(東京都、山梨県)は、標高と集水面積が矢作川水系に近く、一部に人為的な影響がほとんどない支流がある。そのため、内田による多摩川水系におけるカワゲラ類の分布資料³⁷⁾を用いて、矢作川水系における

人為的な影響を推定するための比較をした。その際、多摩川水系における分布資料はカワゲラ類の幼虫を採集した 196 地点 (川崎・内田³⁶⁾に支流の浅川における 12 地点を追加) を用い、調査地点の番号は内田³⁷⁾に従った。川崎・内田³⁶⁾は、内田³⁷⁾において求められていなかった集水面積を測定して示したが、一部に測定の誤りがあった (特に地点 13, 38)。そこで、本研究では 196 地点を再測定あるいは新たに測定し、各調査地点の集水面積を

修正して示した (附表 2)。そして、その修正した集水面積を図 2, 4 および付図 1-1~1-6 に反映させた。なお、多摩川水系では採集されず、矢作川水系では採集された種については、標高と集水面積との関係を付図 2 に示した。

多摩川水系での採集方法はこの研究と異なり、1~3 人でのべ 5~90 分間、網目内径 1.5 mm の手網を用い、カワゲラ類のみをあらかじめ多く採集されると予想された微生息場所で採集した。個体数を図示する際は、のべ 15

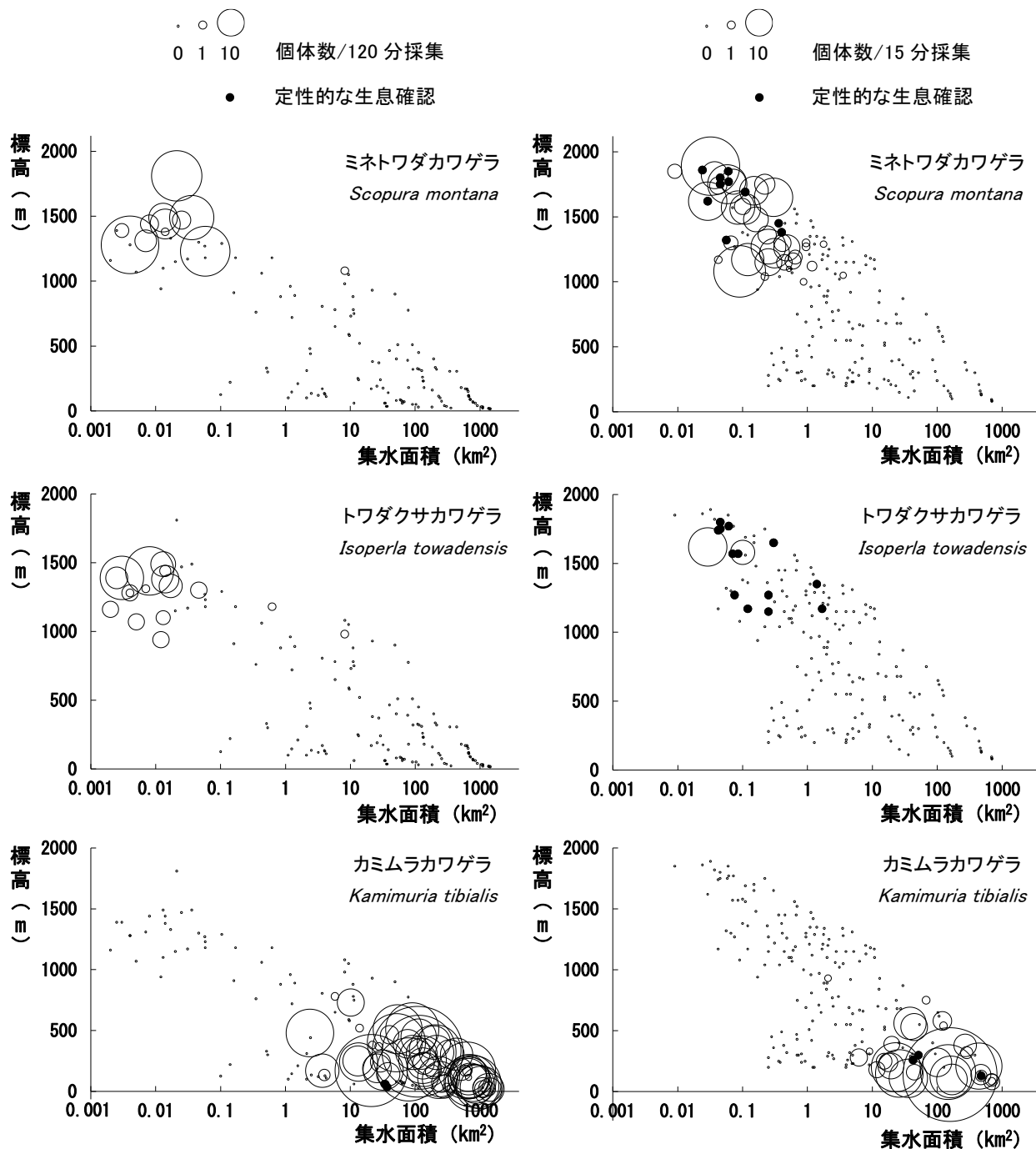


図 2. 矢作川水系 (左) と多摩川水系 (右) における調査地点の河川規模 (集水面積)・標高とミネトワダカワゲラ (上)、トワダクサカワゲラ (中) およびカミムラカワゲラ (下) の個体数との関係

分間に換算して示し、定性採集された地点の分布は別の記号を用いた。

2・5 支流の巴川における利水系統

巴川は矢作川水系最大の支流であり、矢作川本流と同様に多くのダムや水力発電所がある。巴川における利水系統および調査地点を図3左下に示した。図中のダム名は「水力発電所データベース」³⁸⁾の表記に従った。図中の数字は水力発電所の最大使用水量を表している。

この利水系統を考慮して、巴川において減水区間と自

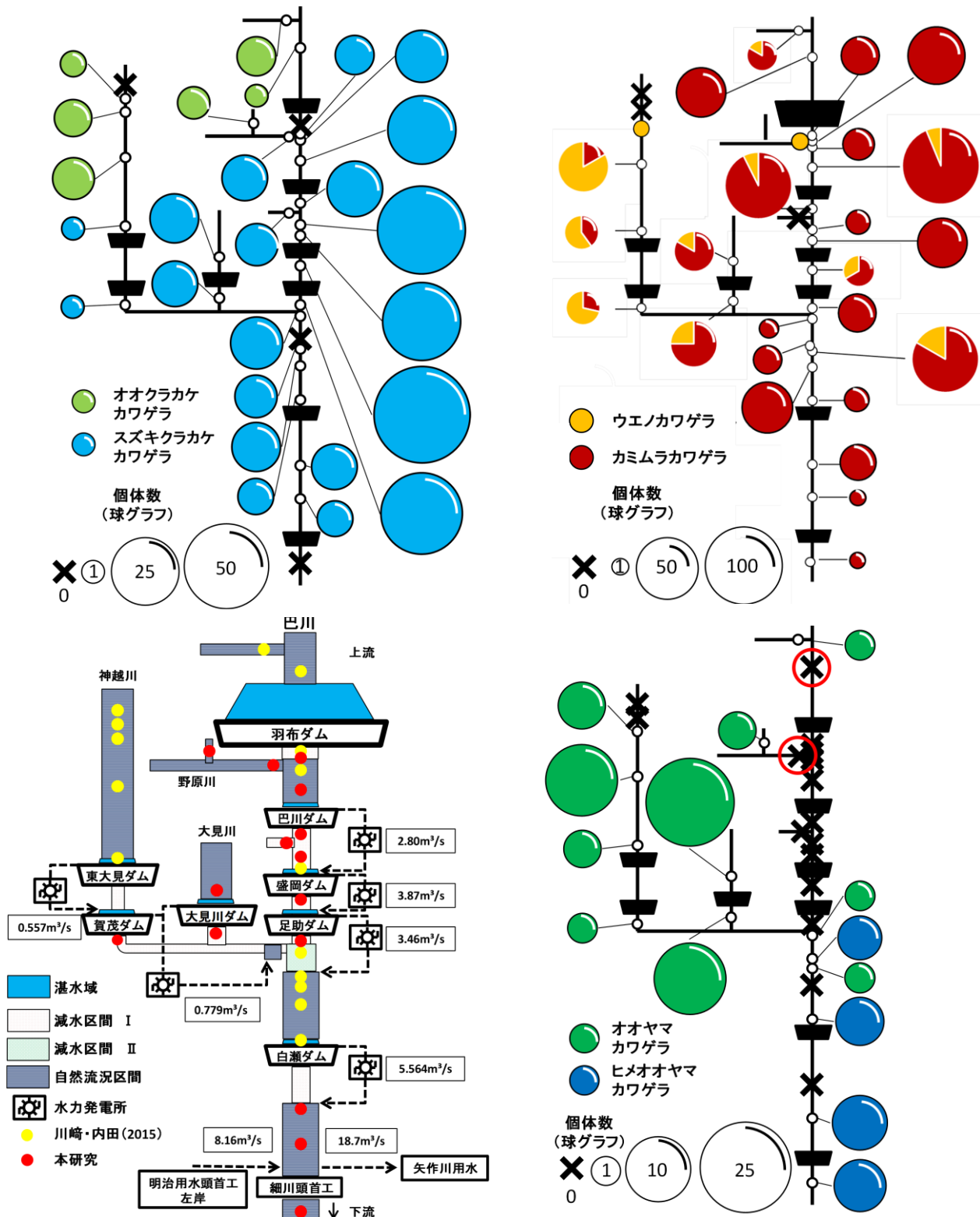


図3. 巴川における利水系統および調査地点図 (左下)、クラカケカワゲラ属 (左上)、カミムラカワゲラ属 (右上)、オオヤマカワゲラ属 (右下) の個体数分布

然流況区間に分けた。減水区間とはダムや水力発電に水を利用することにより、川の本来の流量である自然流況よりも流量が減少している区間のことである。支流の神越川との合流後の一部区間は減水区間と自然流況区間の区別が曖昧となるため、減水区間 II として、他の減水区間 I と区別した。

3. 結果と考察

3・1 カワゲラ類の採集結果

矢作川水系において採集されたカワゲラ類は少なくとも 45 分類群となり、そのうち種まで同定できたものは 24 種だった。採集されたカワゲラ類の内訳は付表 3-1, 3-2 に示した。

種まで同定された 24 種のうち、フライソニアミメカワゲラ *Perlodes frisonanus* は国のレッドデータブックに準絶滅危惧種 (NT) として掲載されており³⁹⁾、矢作川では 2004 年に採集されて以降は採集できていない³⁶⁾。一方、近年ほとんど採集されていなかったコウノヒメカワゲラ属の一種 *Tadamus* sp.³⁶⁾ は、2015 年 12 月に東名高速道路矢作川橋の直下流において 1 個体のみ採集された (付表 3-2 の地点番号 125)。

種まで同定できなかった分類群のうち、ヒメカワゲラ亜科の一種 *Isogeninae* Gen. sp. は稲田⁴⁰⁾による *Isogenus* (s. lat.) sp. および清水ほか²⁾の *Perlodini* Gen. sp. と同種である考えられる。*Stavsolus japonicus* (s. lat.) は Ohgane and Uchida⁴¹⁾の *S. japonicus* と *S. spatulatus* に相当する。

本研究で扱った矢作川水系の 140 地点すべてにおいて、カワゲラ類幼虫が採集された。カワゲラ類幼虫には、有機汚濁に少しでも耐える種は知られていない³⁾。したが

って、矢作川水系の本研究で調査した地点においては、一般に有機汚濁の影響を受けやすい本流の下流域の地点を含め、有機汚濁がカワゲラ類幼虫の分布に影響している可能性は低いと考えられる。このことは、矢作川水系の比較対象として用いた多摩川水系³⁷⁾とは大きく異なる。多摩川水系では、本流の下流域と支流の浅川の下流域で有機汚濁により、カワゲラ類幼虫がまったく、あるいはほとんど生息していなかった³⁷⁾。

3・2 標高・河川規模 (集水面積) とカワゲラ類各種 (属) の分布との関係

本研究で重点的に調査した標高約 1000 m 以上の地点では、ミネトワダカワゲラ *Scopura montana* とトワダクサカワゲラ *Isoptera towadensis* が多く採集された。ミネトワダカワゲラは、矢作川水系では標高約 1200 m 以上かつ集水面積約 0.1 km² 以下で多く採集され、多摩川水系では標高約 1000 m 以上かつ集水面積約 1 km² 以下で採集された (図 2 上)。トワダクサカワゲラは、矢作川水系では標高約 900 m 以上かつ集水面積約 0.1 km² 以下で多く採集され、多摩川水系では標高約 1000 m 以上かつ集水面積約 1 km² 以下で採集された (図 2 中)。これらのことから、矢作川水系と多摩川水系において、これら 2 種における標高および集水面積から見た生息適地はおおむね一致していることがわかる。両水系ともに、両種が分布する標高の高い地点では、ダムなどによる人為的な影響はほとんどないと考えられるため、これらの分布は自然状態の分布とみなすことができる。

一方、標高の低い地点における標高および集水面積とカワゲラ類各種 (属) の個体数の関係については、一例としてカミムラカワゲラ *Kamimuria tibialis* の結果を示し

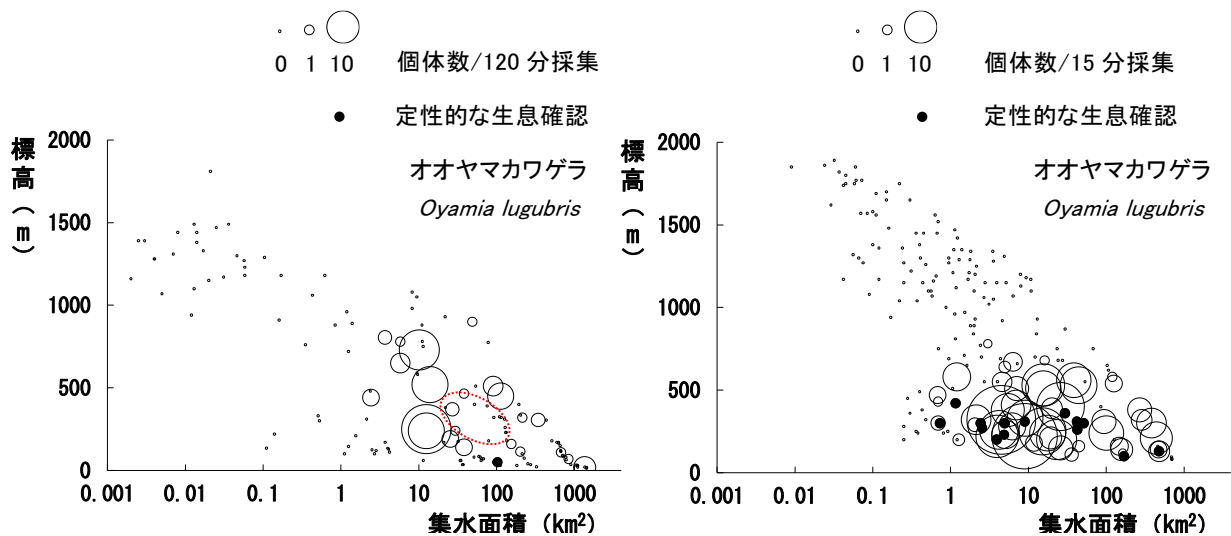


図 4. 矢作川水系 (左) と多摩川水系 (右) における調査地点の標高・集水面積とオオヤマカワゲラの個体数との関係

矢作川水系におけるカワゲラ類の分布に与える人為的影響

た (図 2 下)。カミムラカワゲラは矢作川中流から下流において、多く採集される代表種である。すでに、川崎・内田³⁶⁾において指摘されたように、カミムラカワゲラは標高約 500 m 以下で、集水面積が約 5 km²以上の地点に多く分布しており、標高および集水面積による生息適地は両水系でおおむね一致している。

また、付図 1-1~1-6 で示したその他の 22 種 (属) についても、標高と集水面積から見た生息適地はほとんどの種 (属) において両水系で一致している。ただし例外として、トウゴウカワゲラ属 *Togoperla* は、矢作川水系においては集水面積約 100 km²以下の広い範囲の集水面積と標高の範囲に生息していたのに対して、多摩川水系においては標高約 1000 m 以下の集水面積が小さな河川に限って生息していた (付図 1-5 上)。

よって、標高および集水面積とカワゲラ類幼虫の各種 (属) の個体数との関係について、矢作川水系と多摩川水系で比較したところ、各種 (属) が集水面積および標高に近い地点に分布している傾向が、川崎・内田³⁶⁾が指摘した標高約 1000 m 以下の河川だけでなく、標高約 1000 m 以上の高い溪流においても同様にあてはまると考えられる。

次に、この標高および集水面積から見た生息適地が両水系でおおむね一致しているという傾向を用いて、支流および本流のダム連続区間におけるカワゲラ類への人為的影響を考察する。

3・3 支流の巴川におけるカワゲラ類の分布と人為的な影響の検討

支流の巴川において、多く採集されたカワゲラであるクラカケカワゲラ属 *Paragnetina*、カミムラカワゲラ属 *Kamimuria*、およびオオヤマカワゲラ属 *Oyamia* の 3 属における地点ごとの個体数を示した (図 3)。クラカケカワゲラ属は上流にオオクラカケカワゲラ *Paragnetina tinctipennis*、それより下流ではズキクラカケカワゲラ *Paragnetina suzukii* が連続的に分布していたが、羽布ダムの直下流では採集されなかった (図 3 左上)。また、カミムラカワゲラ属は、上流にウエノカワゲラ *Kamimuria uenoi* が生息しており、その近縁種であるカミムラカワゲラは、集水面積が非常に小さいために採集されなかったと考えられる少数の地点を除き、ほぼすべての地点で採集された (図 3 右上)。よって、これら 2 属については、ダムや水力発電の影響は認められない。

一方、オオヤマカワゲラ属は上流のダム連続区間でまったく採集できなかった (図 3 右下)。そのため、一見すると、オオヤマカワゲラ属は巴川水系最大のダムである羽布ダムをはじめとする連続したダム群の影響を受けているように見える。しかし、羽布ダム上流の巴川および支流の野原川において採集されなかった (図 3 右下の丸で囲われた) 地点は、ダムや水力発電の影響を受けているとは考えにくい。そのため、オオヤマカワゲラ属の採集されなかった原因がダムや水力発電の影響によるものなのかは、この結果からは推定できなかった。

次に、オオヤマカワゲラ属のうち上流に生息するオオヤマカワゲラ *Oyamia lugubris* の標高および集水面積から見た生息適地と個体数との関係 (図 4) を検討した。オオヤマカワゲラの生息適地は 3・2 より、矢作川水系と多摩川水系ではおおむね一致していると考えられる。しかし、標高が約 230~400 m、集水面積が約 20~130 km²の (図 4 中の点線で囲われた) 範囲においては、矢作川水系と多摩川水系の他の地点では採集されたのにもかかわらず、巴川上流では採集されなかった。

また、矢作川水系におけるオオヤマカワゲラの分布を地図に示した (図 5)。オオヤマカワゲラは、標高および集水面積の範囲が巴川上流で採集されなかった地点に近い猿投山周辺においても、巴川上流と同様にこれまでに採集されていない。猿投山周辺にはダムや水力発電所がないことから、採集されなかった原因は連続したダム群によるものではないと考えられる。したがって、オオヤマカワゲラは巴川においても、ダムや水力発電ではない何らかの原因 (自然条件か人為的影響なのかはわからない) によって生息できない可能性があるが、本研究の結果からその原因を特定することは難しい。

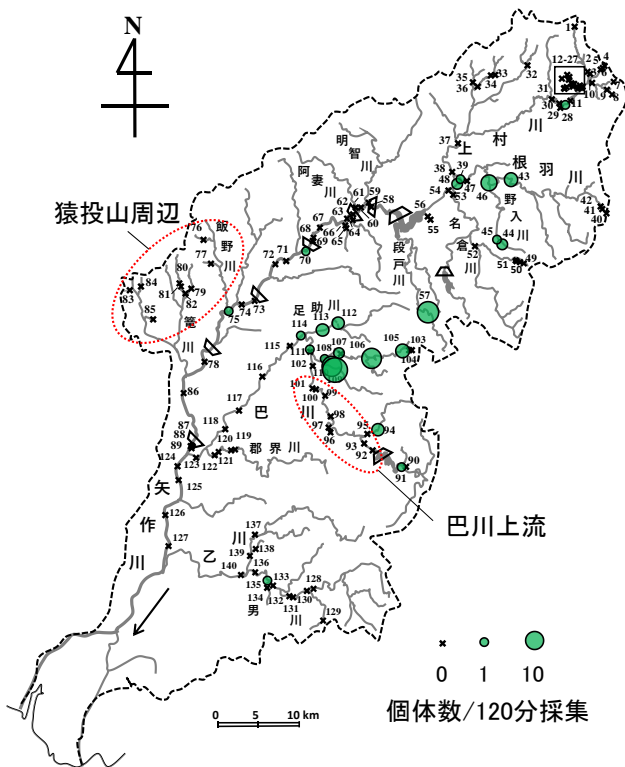


図 5. 矢作川水系におけるオオヤマカワゲラの分布

3・4 本流のダム群によるカワゲラ類への影響

川崎・内田³⁶⁾は、矢作ダムが矢作川本流における一部のカワゲラ類幼虫の生息に悪影響を与えている可能性を指摘した。本研究では本流のダム連続区間を含め、調査地点数を増やし、矢作ダムとその下流に連続するダム群がカワゲラ類幼虫の分布に与える影響を再検討した。

矢作川本流の 33 地点におけるカワゲラ類の流程分布と流況の関係をカワゲラ類の主な 5 属について示した(図 6)。カワゲラ類の幼虫が大きく成長している 12~4 月に調査したものを選び、その期間に採集された個体数を示した。ただし、クラカケカワゲラ属は生活史が他の多くのカワゲラ類と異なり夏に羽化するので、1~6 月に採集された個体数を示した。流況の区分については川崎・内田³⁶⁾の区分に従った。

矢作川本流においてクラカケカワゲラ属とカミムラカワゲラ属はほとんどの地点で採集された。また、クサカワゲラ属 *Isoperla*、オオヤマカワゲラ属およびキカワゲラ属 *Xanthoneuria* は、矢作ダムの上流では採集されたが、それよりも下流では採集されない地点が多かった。ただし、オオヤマカワゲラ属のオオヤマカワゲラは支流の巴川同様に本流の矢作ダム上流・下流においても不連続な分布となっていた。これについては、巴川と同様に原因はわかっていない。

ここで、河川の水生昆虫の多くの属では、近縁な 2~3 種が河川の流程に沿って連続的に分布し、上流と下流で異なった種が分布する流程置換、あるいは大すみわけと

呼ばれる現象が知られており^{37,42-44)}、それが自然状態での分布であると考えられる。そのため、オオヤマカワゲラ属以外の 4 属は矢作ダム上流の自然流況区間ではおおむね連続的に分布していたため、矢作ダム上流の分布は自然状態の分布である可能性が高い。

一方で、矢作ダム下流においては、矢作ダム上流のすべての地点で採集されたキカワゲラ属はその下流でまったく採集されなかった。また、矢作ダム上流の多くの地点で採集されたクサカワゲラ属はそのダム下流で採集されない地点が多かった。

その原因としてまず考えられるのは、ダム、水力発電および農業用水などの取水による減水である。矢作ダムの下流から百月ダムまでの区間、および明治用水頭首工の上流から下流の一部の区間は減水により、本来の流量より少ない状態となっている。それらの区間においては、クラカケカワゲラ属およびカミムラカワゲラ属はあまり影響を受けていないように見えるが、クサカワゲラ属およびキカワゲラ属は個体数が非常に少ない、あるいはまったく採集されなかった。このことから、ダムや水力発電による減水は多くのカワゲラ類の生息に悪影響を与えている可能性が挙げられる。

次に、別の原因として考えられるのはダムによる土砂移動の減少である。岡田ほか³⁵⁾による土砂(礫)の移動量の推定(p.64, 図 11)とカワゲラ類の分布(図 6)を比較すると、土砂移動の多少とカワゲラ類各種の多少の間には関係を認めにくい。ただし、キカワゲラ属については、矢作ダム上流の極めて大きな土砂移動を好んで連

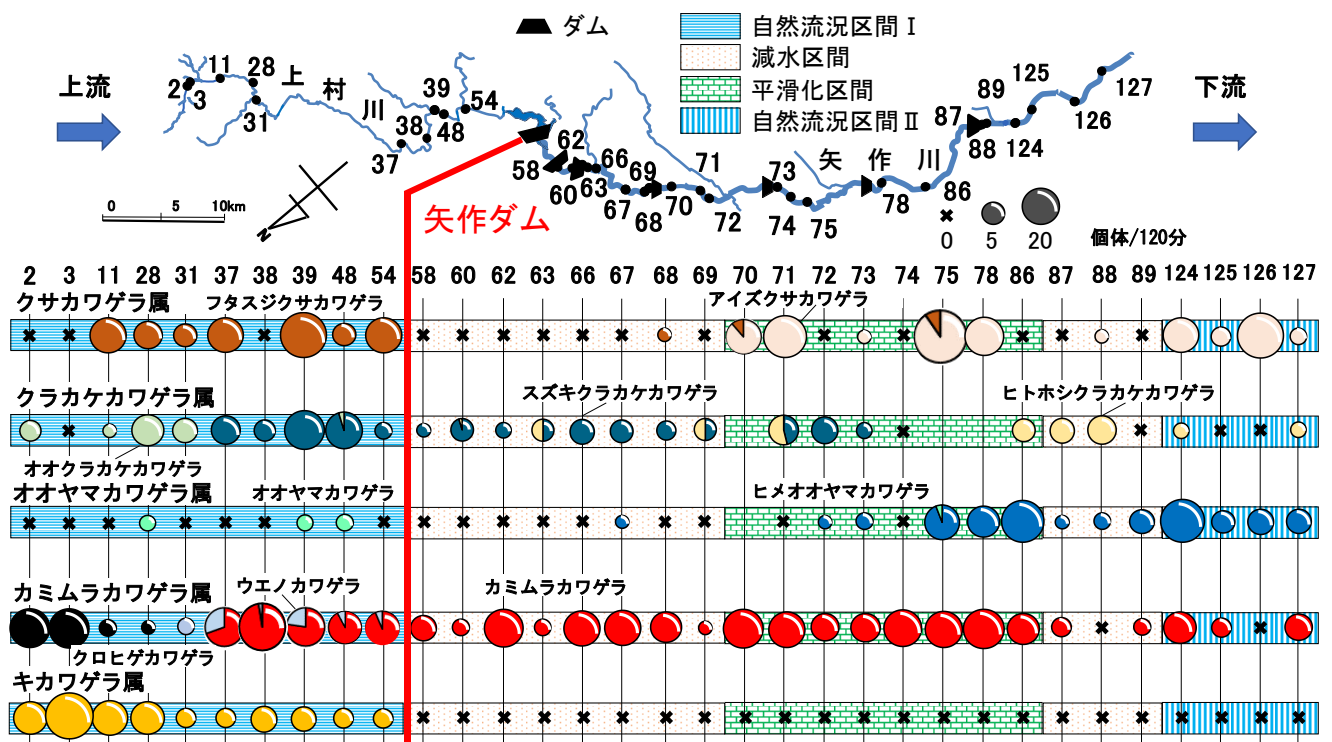


図 5. 矢作川本流におけるカワゲラ類の流程分布と流況の関係

統的に分布している可能性がある。

これらの結果から、クサカワゲラ属とキカワゲラ属に関しては、本流のダム（群）の影響を受けている可能性が高い。しかし、その影響が流況の変化（減水）によるものか、あるいは土砂移動の減少のどちらによるものかは、この調査結果からでは断定することはできない。

ただし、因果関係が明らかではない現状であっても、クサカワゲラ属とキカワゲラ属の生息状況に着目して、ダムなどによる影響が小さい河川環境を評価するための指標生物として、両種を利用できる可能性がある。

4. まとめ

本研究では、2015～2016年にかけて、矢作川水系においてカワゲラ類幼虫を78地点で採集した。また、川崎・内田の記録³⁶⁾による結果と合わせて、カワゲラ類幼虫は少なくとも45分類群に同定され、そのうち種まで同定できたものは24種だった。

矢作川水系におけるカワゲラ類各種（属）は、川崎・内田が示した標高約1000m以下の範囲だけでなく、それより標高の高い河川においても、特徴的な河川規模（集水面積）と標高に生息していた。例えば、ミネトワダカワゲラとトワダクサカワゲラは標高約1000m以上でかつ集水面積約0.1km²以下の小規模な溪流に多かった。この結果は、すでに川崎・内田³⁶⁾が指摘した、標高と集水面積から見たカワゲラ類幼虫の各種（属）における生息適地が、矢作川水系と多摩川水系（東京都、山梨県）でよく似ているということが標高約1000m以上の溪流にも当てはまることを示している。

支流の巴川におけるカワゲラ類の分布を調べたところ、巴川のダム連続区間において、オオヤマカワゲラがまったく採集されない地点が連続していた。これらの地点は標高と集水面積から見たオオヤマカワゲラの生息適地であると考えられるが、採集されなかった原因がダムや水力発電などの人為的影響であるかどうかは特定できなかった。

本流のカワゲラ類の分布において、矢作ダム上流に連続して分布しているキカワゲラ属はそのダム下流においてまったく採集されなかった。また、クサカワゲラ属はダム連続区間にも生息するが、そのうち水力発電による減水区間では著しく少なかった。この結果から、キカワゲラ属およびクサカワゲラ属はダム（群）による河川環境の変化による影響を受けている可能性が高いといえる。

謝辞

豊田市矢作川研究所の白金晶子研究員・内田朝子研究員には、調査にご協力いただいた。中日本高速道路（株）には、貴重な標本を提供いただいた。本研究は愛知工業大学大学院 工学研究科 博士前期課程 建設システム工学専攻において藤本が履修した「水圏環境・生態学特別

研究」の成果の一部である。そして、同大学 工学部 土木工学専攻 都市環境学科における山脇の2015年度の卒業研究の成果を含む。藤本と山脇の研究に対して、愛知工業大学の城戸由能教授、八木明彦名誉教授、赤堀良介准教授からは懇切丁寧な指導をいただいた。また、本研究では、同大学 工学部 土木工学科（都市環境学科 土木工学専攻・建築環境学専攻）および同大学大学院 工学研究科 博士前期課程 建設システム工学専攻 河川・環境研究室の2000年度から2016年度までの卒研究生・大学院生が採集したカワゲラ類幼虫の標本を用いた。以上の方々のご厚意とご協力に心からの謝意を表したい。

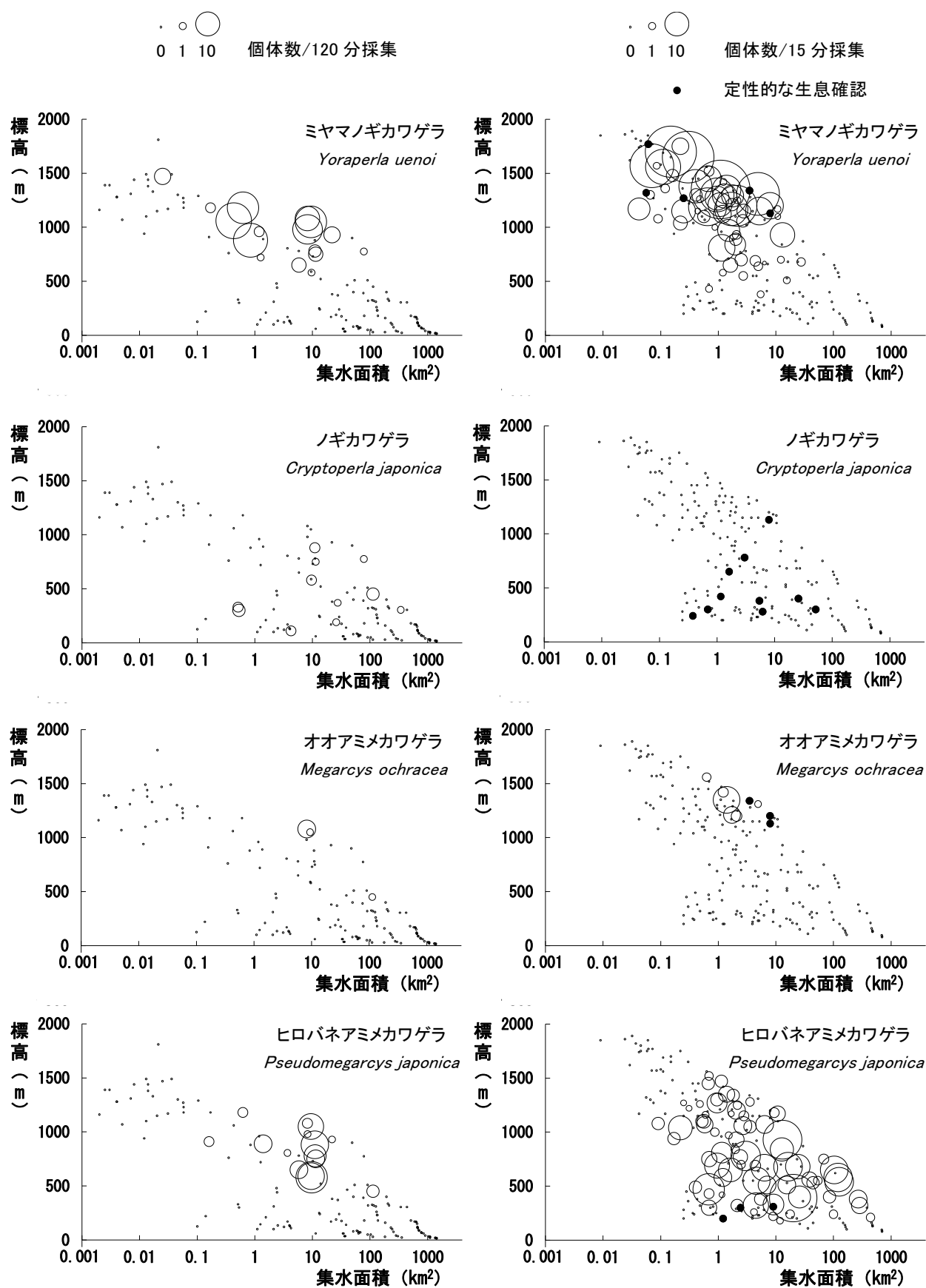
引用文献

- 1) R. Fochetti and J. M. Tierno de Figueroa : Global diversity of stoneflies (Plecoptera; Insecta) in freshwater. *Developments in Hydrobiology*, 198, pp. 365-377, 2008.
- 2) 清水高男・稲田和久・内田臣一：カワゲラ目（襍翅目）. 日本産水生昆虫一科・属・種への検索（川合禎次・谷田一三 編著）, pp. 237-287, 東海大学出版会, 秦野, 2005.
- 3) 津田松苗・森下郁子：生物による水質調査法. 238 pp., 山海堂, 東京, 1974.
- 4) 清水高男：カワゲラ目の環境指標性. 河川環境の指標生物学（谷田一三 編著）, pp. 45-53, 北隆館, 東京, 2010.
- 5) 北村忠紀・田代 喬・辻本哲郎：生息場評価指標としての河床攪乱頻度について. 河川技術論文集, 7, pp. 297-301, 2001.
- 6) 新見幾男：ダム直下流の悲惨. 豊田市矢作川研究所月報 *Rio*, 9, pp. 4-5, 1999.
- 7) 芝村龍太・小川 都：矢作川の川砂利用. 矢作川100年誌資料研究一第1集（新見幾男・古川 彰・小川都・芝村龍太 編著）, pp. 28-29, 豊田市矢作川研究所, 2002.
- 8) 小倉紀雄・河川生態学術研究会多摩川研究グループ：川底の動物. 水のこころ誰に語らんー多摩川の河川生態, pp. 127-137, リバーフロント整備センター, 東京, 2003.
- 9) 沖野外輝夫・河川生態学術研究会千曲川研究グループ：河川のキー生物、底生動物の暮らし. 洪水がつくる川の自然ー千曲川河川生態学術研究から, pp. 102-131, 信濃毎日新聞社, 長野, 2006.
- 10) 三宅 洋：流量変動・攪乱の重要性. 河川生態学（中村太士 編）, pp. 169-191, 講談社, 東京, 2013.
- 11) 小川弘子・内田臣一・白金晶子：東海豪雨後の矢作川の瀬における底生動物の現存量. 矢作川研究, 7, pp. 25-31, 2003.
- 12) 田中 蕃：砂利投入による河床構造回復の試みとその効果IV. 矢作川研究, 4, pp. 135-141, 2000.

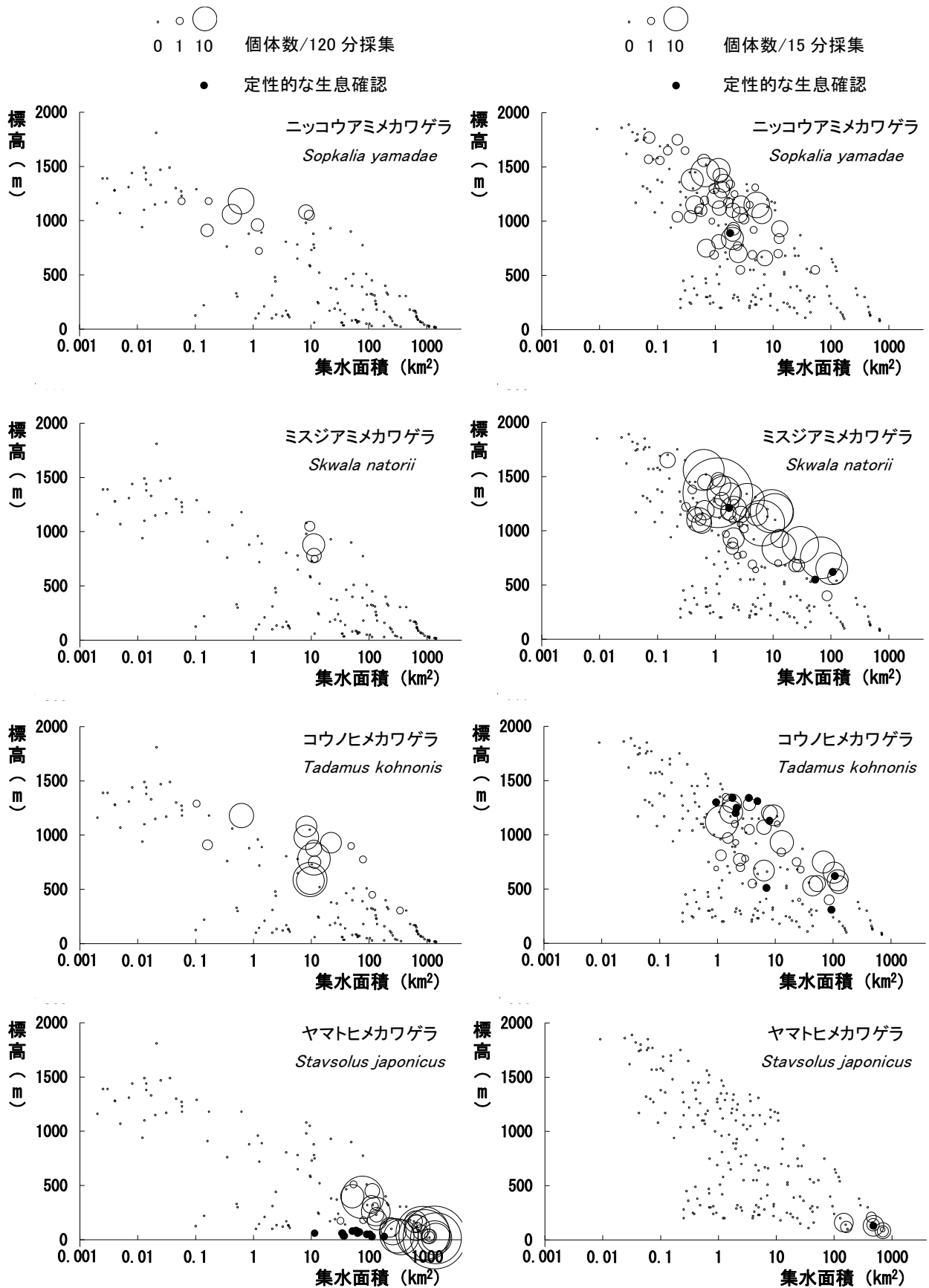
- 13) 野崎健太郎・内田朝子: 河川における糸状緑藻の大発生. 矢作川研究, 4, pp. 159-168, 2000.
- 14) 白金晶子: 見つけてしまった...カワヒバリガイ. 豊田市矢作川研究所月報 Rio, 80, p. 4, 2004.
- 15) 内田臣一: 広がってしまったカワヒバリガイ. 豊田市矢作川研究所月報 Rio, 86, p. 3, 2005.
- 16) 内田臣一・白金晶子・内田朝子・田中良樹・土井幸二・松浦陽介: 矢作川におけるカワヒバリガイの大量発生後の大量死. 矢作川研究, 11, pp. 35-46, 2007.
- 17) 内田朝子: 水草の外来生物オオカナダモ、再び大繁茂. 豊田市矢作川研究所月報 Rio, 142, p. 2, 2010.
- 18) 椿 隆明: オオカナダモで繋がれ、未来の矢作川!. 豊田市矢作川研究所月報 Rio, 174, pp. 1-2, 2013.
- 19) 内田朝子: 矢作川における要注意外来生物オオカナダモの分布変化. 同上, 174, pp. 2-3, 2013.
- 20) 酒井博嗣・中條義氏・松井 聡・山本敏哉: 矢作川におけるアユの友釣り調査データ(1998年~2011年). 矢作川研究, 17, pp. 107-114, 2013.
- 21) 内田朝子・白金晶子・洲崎燈子・碓 伸夫・水野 修・椿 隆明: 矢作川における要注意外来生物オオカナダモ (*Egeria densa*) の繁茂状況と駆除活動. 矢作川研究, 18, pp. 33-40, 2014.
- 22) 辻本哲郎・北村忠紀・加藤万貴・田代 喬: 低攪乱礫床での大型糸状藻類の異常繁茂のシナリオ. 河川技術論文集, 8, pp. 67-72, 2002.
- 23) 内田朝子・藤居 勇・山戸孝浩: 矢作川における大型糸状緑藻の時空間変動. 矢作川研究, 6, pp. 113-124, 2002.
- 24) 豊田市矢作川研究所: カワシオグサの繁茂実態調査と抑制対策に向けた研究. 矢作川研究, 12, pp. 16-21, 2008.
- 25) 内田朝子: 矢作川における付着藻類と底生動物の基礎調査報告. 矢作川研究, 1, pp. 59-80, 1997.
- 26) 内田朝子: 矢作川における付着藻類と底生動物 その2. 矢作川研究, 2, pp. 19-31, 1998.
- 27) 内田朝子: 矢作川における付着藻類と底生動物 その3. 矢作川研究, 3, pp. 19-33, 1999.
- 28) 内田朝子: 矢作川における付着藻類と底生動物 その4. 矢作川研究, 4, pp. 5-17, 2000.
- 29) 深谷壽久・九津見生哲・辻本哲郎: 矢作ダム土砂管理の課題と対策案の検討. 河川技術論文集, 11, pp. 267-272, 2005.
- 30) 小野秀樹: 矢作ダムからの実施報告. 土木学会置き土シンポジウム資料, 8 pp., 2008.
- 31) 国土交通省 矢作ダム管理所: 矢作ダムにおける堆砂対策と環境影響評価に関する検討について. 河川, 65 (3), pp. 35-41, 2009.
- 32) 清原正道・高柳淳二: 排砂の影響検討における置き土実験と覆砂実験の活用. ダム水源地環境技術研究所所報, 2010年度, pp. 12-20, 2011.
- 33) 国土交通省 豊橋河川事務所: 矢作川水系総合土砂管理計画策定に向けて(技術的な課題と検討の進め方). ii+40 pp., 2015.
- 34) 国土交通省 豊橋河川事務所・矢作ダム管理所: 矢作川水系総合土砂管理検討委員会(平成28年度第1回)資料2. i+58pp., 2016.
- 35) 岡田和也・内田臣一・小久保嘉将: 矢作川における造網性トビケラ類を用いた河床攪乱の評価. 愛知工業大学研究報告, 51, pp. 55-66, 2016.
- 36) 川崎嵩之・内田臣一: 矢作川水系におけるカワゲラ類水生昆虫の分布と河川環境. 愛知工業大学研究報告, 50, pp. 137-146, 2015.
- 37) 内田臣一: 多摩川水系におけるカワゲラの分布. 多摩川水系およびその流域における低移動性動物群の分布状態の解析(石川良輔・山崎柄根・小島純一・内田臣一), pp. 23-78, とうきゅう環境浄化財団, 東京, 1987.
- 38) 一般社団法人 電力土木技術協会: 水力発電所データベース. <http://www.jepoc.or.jp/hydro/> (2017年3月6日閲覧).
- 39) 谷 幸三: フライソニアミメカワゲラ. 改訂・日本の絶滅のおそれのある野生生物—レッドデータブック(環境省 編), p. 169, 自然環境研究センター, 東京, 2006.
- 40) 稲田和久: 兵庫県のカワゲラ類成虫図説(第1報)—ヒロムネカワゲラ科・アミメカワゲラ科. 陸水生物学報, 11, pp. 45-74, 1996.
- 41) Y. Ohgane and S. Uchida: Revision of the Genus *Stavsolus* (Plecoptera, Perlodidae) from Japan, with special reference to the morphology of epiproct. International Progress in Ephemeroptera and Plecoptera Research (Eds. M. Yoshimura and Y. Takemon), Biology of Inland Waters, Supplement, 3, pp. 109-133, 2016.
- 42) S. Uchida: Distribution of Plecoptera in the Tama-gawa river system. Mayflies and Stoneflies (ed. I. C. Campbell), pp. 181-188, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, 1990.
- 43) 内田臣一: 多摩川水系におけるカワゲラ類の微生息場所, 流程分布, 垂直分布. 海洋と生物, 107, pp. 441-446, 1996.
- 44) 谷田一三: 「すみわけ」と種分化, 歴史生態学の枠組みへ. 海洋と生物, 107, pp. 457-461, 1996.

(受理 平成 29 年 3 月 10 日)

矢作川水系におけるカワゲラ類の分布に与える人為的影響

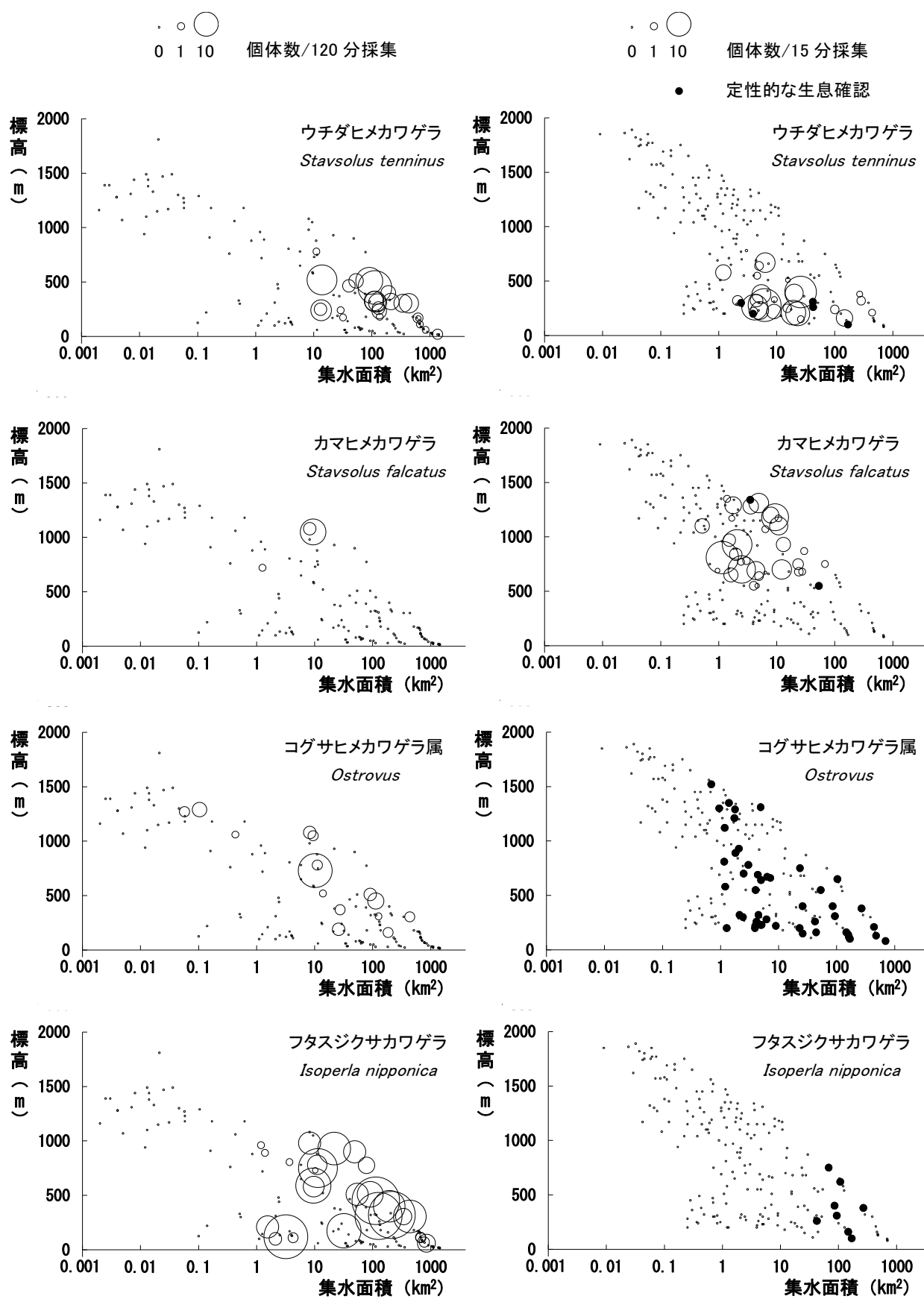


付図 1-1. 矢作川水系 (左) と多摩川水系 (右) における調査地点の標高・集水面積とカワゲラ類各種 (属) の個体数との関係

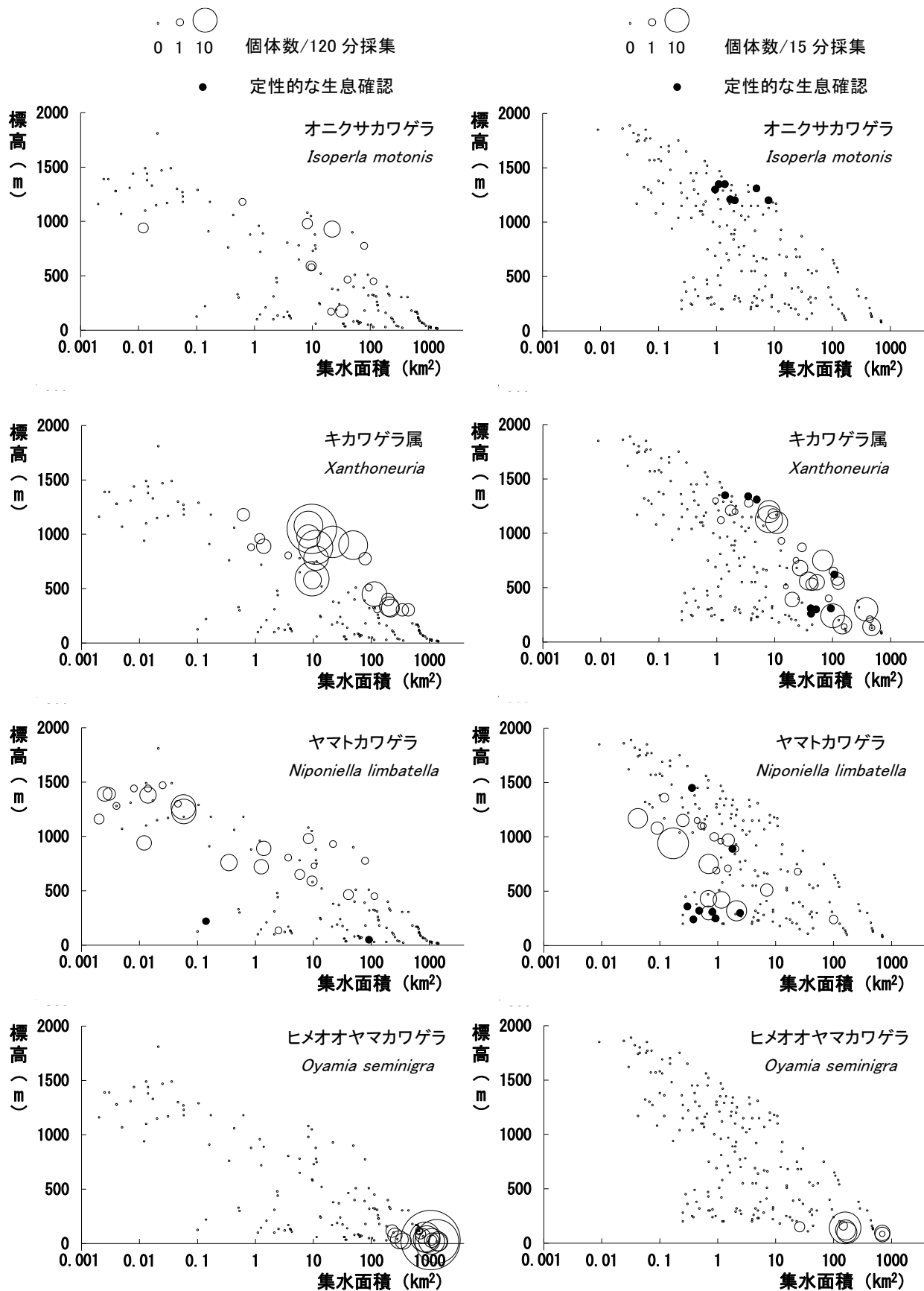


付図 1-2. 矢作川水系 (左) と多摩川水系 (右) における調査地点の標高・集水面積とカワゲラ類各種 (属) の個体数との関係

矢作川水系におけるカワゲラ類の分布に与える人為的影響

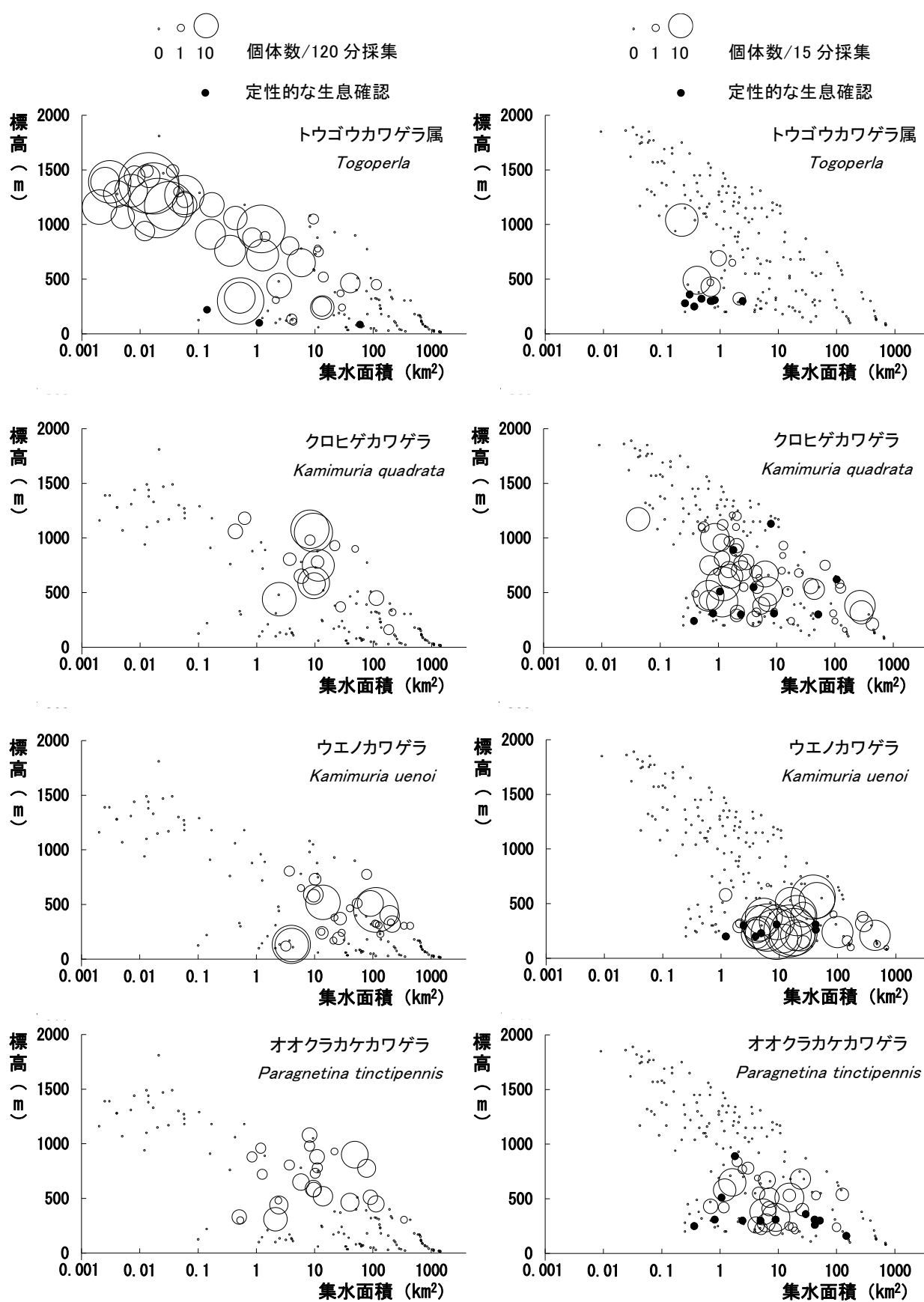


付図 1-3. 矢作川水系（左）と多摩川水系（右）における調査地点の標高・集水面積とカワゲラ類各種（属）の個体数との関係

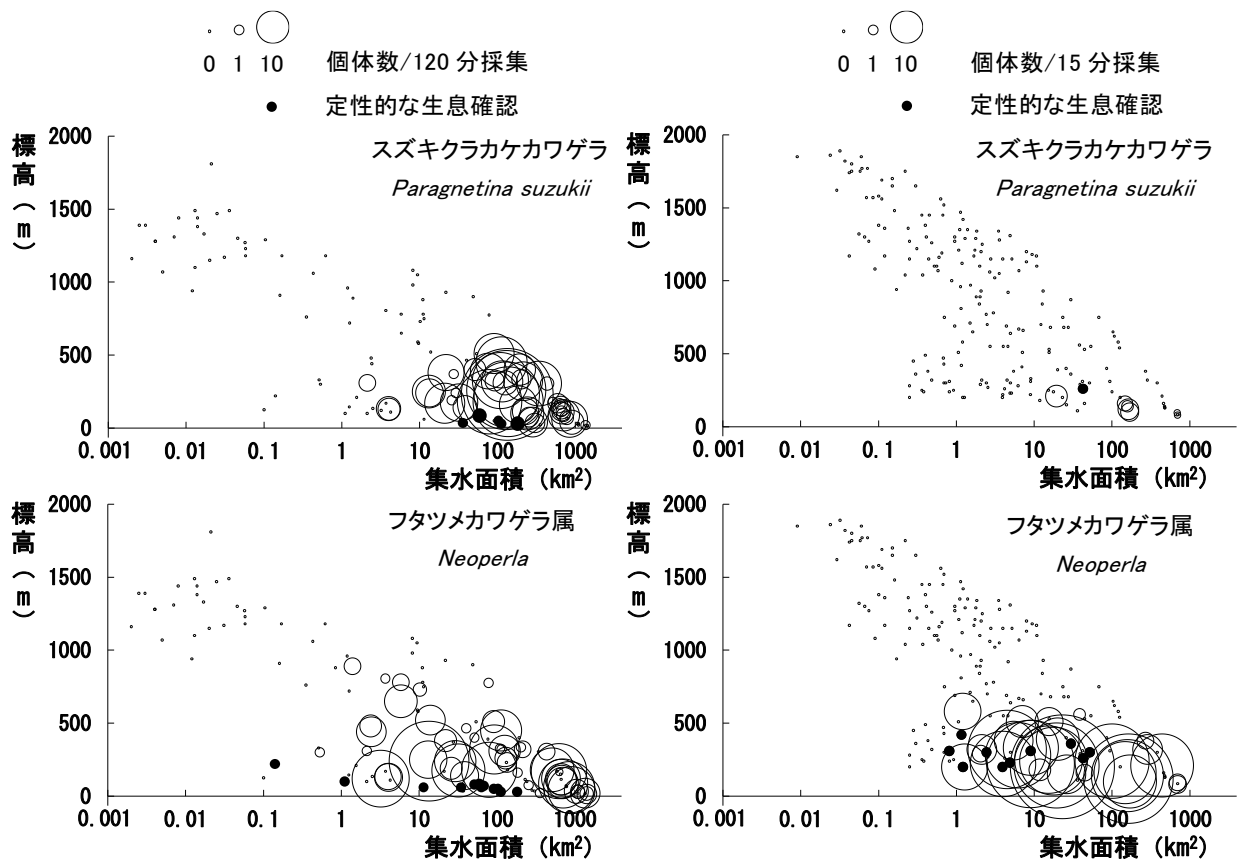


付図 1-4. 矢作川水系 (左) と多摩川水系 (右) における調査地点の標高・集水面積とカワゲラ類各種 (属) の個体数との関係

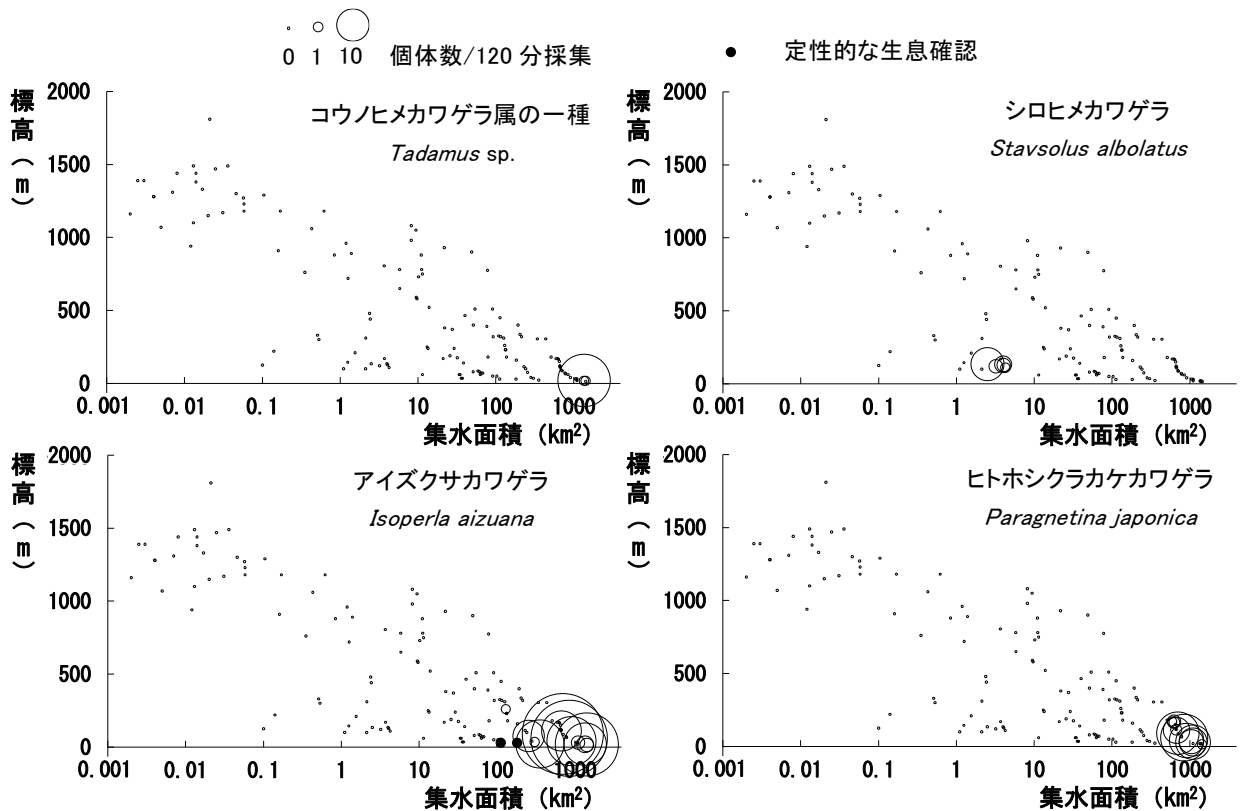
矢作川水系におけるカワゲラ類の分布に与える人為的影響



付図 1-5. 矢作川水系 (左) と多摩川水系 (右) における調査地点の標高・集水面積とカワゲラ類各種 (属) の個体数との関係



付図 1-6. 矢作川水系 (左) と多摩川水系 (右) における調査地点の標高・集水面積とカワゲラ類各種 (属) の個体数との関係



付図 2. 矢作川水系における調査地点の標高・集水面積とカワゲラ類各種 (属) の個体数との関係

矢作川水系におけるカワゲラ類の分布に与える人為的影響

付表 1-1. 矢作川水系における調査地点情報

Table with columns: 地点番号 (Location No.), 地点名 (Location Name), 標高 (m) (Elevation), 集水面積 (km²) (Catchment Area), 採集年月日 (Collection Date), 採集者 (Collector), 採集方法 (Collection Method). Contains 90 entries of field data.

付表 1-2. 矢作川水系における調査地点情報

Table with 7 columns: 地点番号 (Location No.), 地点名 (Location Name), 標高 (m) (Elevation), 集水面積 (km²) (Catchment Area), 採集年月日 (Collection Date), 採集者 (Collector), 採集方法 (Collection Method). Contains 140 rows of survey data for the Yaguchi River system.

付表 2. 多摩川水系における標高および集水面積

Table with 20 columns: 地点番号 (Location No.), 標高 (m) (Elevation), 集水面積 (km²) (Catchment Area), 地点番号 (Location No.), 標高 (m) (Elevation), 集水面積 (km²) (Catchment Area), 地点番号 (Location No.), 標高 (m) (Elevation), 集水面積 (km²) (Catchment Area), 地点番号 (Location No.), 標高 (m) (Elevation), 集水面積 (km²) (Catchment Area), 地点番号 (Location No.), 標高 (m) (Elevation), 集水面積 (km²) (Catchment Area), 地点番号 (Location No.), 標高 (m) (Elevation), 集水面積 (km²) (Catchment Area). Contains 25 rows of elevation and catchment area data for the Tama River system.

