

神奈川県小出川の上流部におけるトンボ類の生息環境の選好性

Environmental factors influencing the distribution of Odonata species in Koide River, Kanagawa Prefecture

要旨 : 谷戸内の小河川におけるトンボ類の生息環境の選好性を把握するために、相模川支川の小出川(神奈川県藤沢市・茅ヶ崎市)の上流部において、2007年3月から10月の間にトンボ類の成虫と幼虫の調査を行った。成虫は毎月1回、幼虫は隔月1回調査を実施し、成虫・幼虫を合わせ10種、695個体記録された。遠藤笹窪谷より下流のコンクリート護岸された範囲には、トンボ類の成虫は他の範囲と同程度の個体数が確認されたが、幼虫はほとんど生息していなかった。小河川の様々な環境要因の影響を受けて、トンボ類がそれぞれ生息していることが明らかになった。

キーワード : トンボ類, 谷戸, 小河川, 環境要因, 緑陰, 護岸の傾斜

Abstract : We investigated odonata to understand the preferences of odonata to stream habitats in the yato. The investigation has done in the upstream part of Koide river that is the tributary stream of the river Sagami, located in Fujisawa city and Chigasaki City, Kanagawa Prefecture, from March to October, 2007. The investigation was done every month at imagos and every two months at Larvae. In the result, 10 kinds and in total 695 individuals that are both of the number of the imagos and the Larvae were recorded. As for the imagos of odonata, the same degrees of the number of the individual as other ranges were confirmed from the yato Endo Sasakubo with concrete in the range of shore protection in the downstream. But the Larvae hardly lived in. Each odonata receives the influence and lives about various environmental agents.

Key Words : *Odonada, yato, Stream, Environmental factor, the shade of tree, the slope of shore*

はじめに

里山環境を代表する谷戸は、生物生息空間としての機能が低いとされ(黒田ほか, 2006; 守谷ほか, 1992)、湿地や水路、斜面樹林がひとまとまりとなった空間で、豊かな生物相が形成されている(有田ほか, 2000)。しかし、都市の拡大に伴い、近郊に残された自然環境は消滅の危機に瀕しており、谷戸も同様の状況に置かれている。また、小河川は都市部だけにとどまらず、農村地域でも一括して河床・護岸整備が行われている。コンクリートによる三面張り水路の生物相の多様性は低く(佐藤ほか, 2004)、河川が本来持つ生物生息空間としての機能性は失われつつあると言える。こうした状況の中で、谷戸および小河川が持つ、生物生息空間としての機能性を測ることは重要であると言える。

トンボ類を対象とした既往研究は、湿地(長田ほか, 1997)やため池(一ノ瀬ほか, 2008)など、止水を対象としたものが多い。河川を対象とした研究では、大規模な河川で行われたもの(Hawking, 1999)や、特定の植生に注目したもの(大澤ほか, 2003)、圃場整備によって造成された排水路で行われたもの(松井ほか, 2004)が挙げられる。

そこで本研究では、流水環境、特に小河川を対象として、幼虫・成虫の調査を行い、トンボ類が利用する空間の選好性を明らかにすることを目的とした。

1. 研究の方法

1. 1 対象地の概要および調査地の選定

研究対象地は、神奈川県中部の藤沢市御所見地区、遠藤地区、および茅ヶ崎市芹沢地区に位置する(図1)。この地域は相模川の支川である小出川の上流部にあたる。最源流部である遠藤笹窪谷(えんどうささくぼやと:神奈川県藤沢市)は全長およそ850mで、斜面樹林と湿生環境を併せ持った、周辺地域では数少ない谷戸としての形態が保持されており、希少動物の生息が確認されている良質な環境として重要視されている。一方で、耕作が放棄され、谷戸奥部はヨシを中心とした植生の湿性環境が広がっているが、水路の掘削、植物の枯死体などの堆積により、乾燥化が進んでいる。谷戸中央部では、埋め立てがなされており、奥部同様に乾燥化している。谷戸の最下部には、2001年に大学キャンパスが建設された。キャンパスと谷戸の耕作放棄地との間には、緩衝帯の役割も持つ緑地が同年に設置された。

調査地の選定は、水路およびに周辺の環境条件の差を考慮して行った。調査地は、遠藤笹窪谷内に 8 カ所、谷戸より下流の小出川に 3 カ所、小出川の支流である茅ヶ崎市柳谷の水路に 1 カ所の合計 12 カ所を設定した。遠藤笹窪谷内の調査地 8 カ所のうち、st. 1-st. 4 は、谷戸の奥部の水路に選定した。st. 5、st. 6 の 2 カ所は上記の緩衝緑地内に設置し、st. 7 は緩衝緑地に近接した水路に設置した。st. 8 は、ヨシを中心とした植栽が施されている造成湿地に隣接した水路を選定した。緩衝緑地内を含め、8 カ所はすべて砂泥底で、比較的浅い、川幅 1-2m 程度の土水路である。小出川は遠藤笹窪谷をから出ると約 200 m に渡り地下化され、それより下流はほぼ全域にわたって、コンクリートにより護岸されている。周囲の土地利用は畑地と水田を中心とした農耕地で、特に畑地においては集約的な近郊農業が行われている。河床はやや大きめの礫質で、やや深めの幅 2-5m の水路である。このコンクリート護岸区域に st. 9, 10, 11 の 3 カ所の調査地を設定した。また、水路の形状によりトンボ類の出現が大きく制約されると考えたため、比較対象として、柳谷の土水路に st. 12 の 1 カ所を設定し、同様の調査を行った。遠藤笹窪谷から直線距離にして約 2km 下流側の支部である茅ヶ崎市柳谷は、県立茅ヶ崎里山公園にその一部が含まれ、谷戸奥部には水田やため池、水路、雑木林などの里山環境が維持されている。調査地とした st. 12 は谷戸の入り口付近で、水路の右岸は畑地およびに水田で、左岸は農道、耕作放棄地である。

1. 2 トンボ類の調査

上記の 12 カ所において、トンボ類の成虫と幼虫の生息状況の調査を行った。成虫は、2007 年 3 月から 10 月の間に、月 1 回、合計 8 回行った。調査は、調査地の周

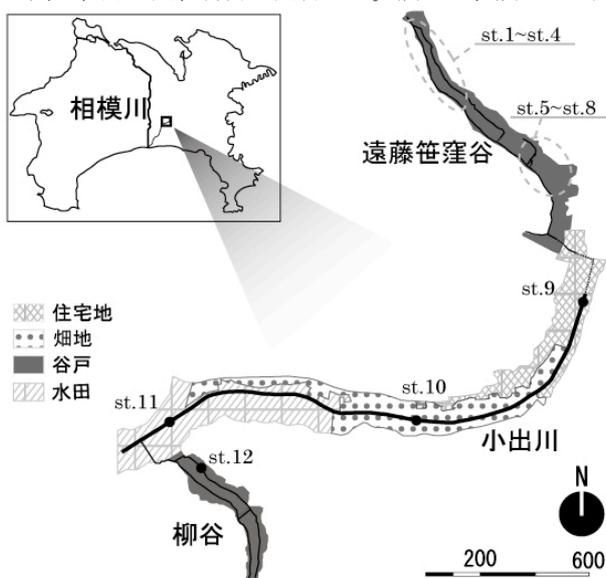


図 1 調査対象地および調査地点の位置

囲 15m 程度を対象とし、捕獲および目視により、15 分間に出現した成虫の種毎の個体数を記録するポイントセンサス法を行った。

幼虫は、成虫と同じ期間に隔月で合計 4 回の調査を行った。調査地は、成虫の調査を行った地点から、上流、下流それぞれ 5m 範囲内で行った。調査には 30cm×25cm のタモ網を用い、各地点内の水底や抽水植物の陰や根本、岸辺植物の根際などを、調査努力量を均一に保つために、一定時間 (10 分間) 任意に、沈殿物ごとさらった。捕獲した幼虫の種毎の個体数を記録した。

トンボ類の種の同定には、日本産トンボ目幼虫・成虫検索図説 (石田ほか, 1998)、およびに日本産トンボ目幼虫検索図説 (石田, 1996) を用いた。なお、成虫のポイントセンサスおよび幼虫の捕獲調査はすべて筆頭著者が 1 名で行った。

1. 3 調査対象地点の環境要素調査

トンボ類の生息空間の選好性を分析するために、水路の形状、植生による被覆に注目し、環境要素の調査を行った (表 1)。

川幅は、各調査地において、水際線から対岸の水際線までの直交距離を計測した。水深は、水底から水面までの距離を、岸から直交方向に、おおよそ等間隔に 5 カ所計測し、その平均値を水深として記録した。岸の傾斜は、右岸およびに左岸各々について、傾斜角度を 5 カ所ずつ計測し、その平均値を求め、1 : 0-10 度、2 : 11-30 度、3 : 31-50 度、4 : 51-89 度、5 : 90 度以上の 5 段階に分類した。分析には左右の傾斜の内、低い値を採用した。これは、水路に隣接して、羽化のためのアプローチに適した形状が存在するかを考慮したためである。

水面の被覆度は、各調査地点において、水面から 50cm までの抽水植物およびに岸辺植物による被覆を、それぞれの投影面積率から算出し、1 : 0%-25%、2 : 25%-75%、3 : 75%-100% の 3 段階に分類した。今回の調査では、水面の被覆度が 2 に分類された地点が少なく、それぞれに差がほとんど見られなかったことと、他の地点との差を明確にするためから、3 段階の分類にとどめた。水面から 50cm までの被覆を採用した理由として、トンボ類の産卵形態の違いが関係していると考え、水面の開放度合や水面へのアプローチのし易さなどの指標化を試みたためである。

周辺の空間については、緑陰 (樹木による被覆) について調べた。樹陰は、各調査地点のおおよその中心から半径 10m の範囲における、樹木による被覆範囲を記録し、1 : 0%-25%、2 : 25%-50%、3 : 50%-75%、4 : 75%-100%、5 : 100% の 5 段階に分類した。

表3 調査の結果 -各調査地点におけるトンボの個体数と環境要素- (※()内の数字は幼虫の個体数を示す)

	st.1	st.2	st.3	st.4	st.5	st.6	st.7	st.8	st.9	st.10	st.11	st.12
オニヤンマ	4(57)	2(17)	3(75)	1(26)	-	-	2(17)	4(15)	-	0(1)	-	1(67)
<i>Asiagomphus melaenops</i>												
ヤマサナエ	0(9)	1(0)	4(31)	1(40)	-	2(0)	1(4)	3(10)	-	-	-	-
<i>Anotogaster sieboldii</i>												
ミルンヤンマ	-	-	0(1)	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>planaeschna milnei</i>												
ギンヤンマ	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1(0)	-
<i>Anax parthenope julius</i>												
シオカラトンボ	-	-	-	-	4(0)	2(0)	-	-	2(0)	2(0)	2(0)	13(3)
<i>Orthetrum albistylum speciosum</i>												
オオシオカラトンボ	-	-	-	-	10(0)	8(7)	-	-	-	-	-	-
<i>Orthetrum japonicum japonicum</i>												
シオヤトンボ	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1(0)	2(0)
<i>Orthetrum triangulare japonicum</i>												
ショウジョウトンボ	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1(0)
<i>Crocothemis pachygastra</i>												
コシアキトンボ	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1(0)
<i>Pseudothemis zonata</i>												
アキアカネ	-	22(0)	32(0)	-	15(0)	14(0)	-	21(0)	32(0)	31(0)	35(0)	30(0)
<i>Sympetrum frequens</i>												
川幅 m	2.4	0.5	0.7	1.2	1.8	1.3	0.9	1.3	2	4	5	0.6
水深 (平均) cm	4	7	11	4	3	3	15	9	2	20	25	8
岸の傾斜角度 (1-5)	1	3	2	2	2	2	3	3	5	5	5	3
水面の被覆度 (1-3)	1	2	1	1	3	2	1	1	1	1	1	1
緑陰 [樹木による被覆] (1-5)	4	3	2	4	3	1	5	3	1	1	1	1

1. 4 分析方法

得られたデータを基に、トンボ類の生息状況と環境要素の関連性の分析として、序列化手法の一つである正準対応分析(Canonical Correspondence Analysis:CCA)を行った。CCAは、生物の生息情報と環境要素との関連性から序列化を行う手法であり、生物群集(井本ほか, 2001)やトンボ類(生方ほか, 2007; Micheal *et al.*, 1996)を扱った研究がある。今回の分析には、川幅、水深、河岸の傾斜、緑陰、水面の被覆度合の5項目を環境要因として用いた。統計解析には、PC-ORD for win ver. 5.20を使用した。

2. 結果

2. 1 調査結果

調査の結果、成虫、幼虫を合わせて10種、695個体が記録された(表1)。そのうち、成虫のみ記録され、幼虫が記録されなかったのは、ギンヤンマ、シオヤトンボ、ショウジョウトンボ、コシアキトンボ、アキアカネで、幼虫のみが記録され、成虫が記録されなかった種はミルンヤンマであった。遠藤笹窪谷の出現種は、造成後に行われた調査(柳谷, 2005)と比較してみても、出現種に大きな差は見られなかった。

調査対象地全体での出現種のうち、流水性種が3種、止水性種が7種であった。遠藤笹窪谷(st.1-8)で、流水性3種、止水性3種、柳谷(st.12)では止水性5種、流水性1種であった。小出川では、st.9で止水性3種、st.10で流水性1種、止水性2種、st.11で止水性4種が確認された。

各地点の月平均個体数は、遠藤笹窪谷奥部の湿地(st.1~4の4地点平均)では、幼虫16.0個体、成虫2.3個体、

入り口部の緩衝緑地、造成湿地付近の水路(st.5-8の4地点平均)では、幼虫3.3個体、成虫2.7個体、柳谷では幼虫17.8個体、成虫6.0個体が確認された。一方、小出川の3地点では、st.9が幼虫0個体、成虫4.3個体、st.10が幼虫0.1個体、成虫4.3個体、st.11が幼虫0個体、成虫4.9個体であった。幼虫は極端に少なく、成虫は4.3-4.9個体とやや多いものの、その大部分がアキアカネであった。

また、成虫と幼虫それぞれの総個体数は、315個体、380個体であった。記録された個体数が多かった地点は、成虫では、st.12、st.3、st.11の順で、幼虫では、st.3、st.12、st.1、st.4の順番となっている。また、小出川下流3カ所で、幼虫の確認がほとんどされなかったのは共通しているが、遠藤笹窪谷内であっても、st.5では幼虫が確認されていない。

遠藤笹窪谷内で確認されたトンボ類のうち、出現個体数が多かったのは、アキアカネ、オニヤンマ、ヤマサナエであったが、成虫・幼虫がともに遠藤笹窪谷内のほぼ全域で確認されているオニヤンマとヤマサナエの両種は出現パターンが類似していることがわかり、この谷戸を代表する種であると言える(表1)。

2. 2 CCAによる分析

今回の分析の際には、幼虫で確認された種数が少なく、特に止水性のトンボ類の出現が少なかったことから、トンボ類の成虫のデータのみを扱った。

CCAの序列化の結果を、トンボ類、調査地点について座標付けを行った(図2)。第一軸の寄与率(r_1)は34.4%、第二軸の寄与率(r_2)は25.2%であった。第一軸との相関が見られたのは、「水面の被覆度」(r_1 : -0.682)が負に関係していて、次に相関が見られたのが「緑陰」(r_1 : 0.401)

表2 環境要因相互の相関

CCAの結果から出された、各環境要因間の相関係数を表に示した。

それぞれの項目は、a: 川幅、b: 水深、c: 岸の傾斜角度、d: 水面の被覆度、e: 緑陰である。

	a	b	c	I	j
a	-	0.649	0.588	-0.183	-0.380
b		-	0.597	-0.399	-0.208
c			-	-0.311	-0.561
I				-	0.032
j					-

で正に関係していた。この2項目間の相関係数は0.032と低かった(表2)。また、第二軸では、「岸の傾斜角度」($r_2: -0.747$)が負に關係して、その次に「緑陰」($r_2: 0.740$)が正の相関を示しており、加えて「水面の被覆度」($r_2: 0.585$)の相関も高かった。以上より、第一軸は「緑陰と水面の被覆度」に關係した軸で、第二軸が「岸の傾斜角度」に關係した軸であると判断した。また、「川幅」、「水深」、「岸の傾斜角度」は、各々互いの相関が高かった。

3. 考察

3.1 トンボ類の生息空間の選好性

これらから、今回の調査で出現したトンボ類の生息空間の選好性、特に流水環境について考察した。

CCAの第一軸について見ると、グラフの右上方向に位置したオニヤンマ($r_1: 1.998$, $r_2: 1.769$)、ヤマサナエ($r_1: 1.102$, $r_2: 0.805$)が緑陰の在る空間に影響を受けていることが示唆された。逆に、シオカラトンボ($r_1: -0.633$, $r_2: -0.392$)は緑陰に負の影響を受けていることが示唆される。また、グラフの左上に位置するオオシオカラトンボ($r_1: -2.181$, $r_2: 1.899$)が水面の被覆度に影響を受けていることが示唆された。また、第二軸からは、グラフの上寄りに位置しているオニヤンマ、ヤマサナエ、オオシオカラトンボは、岸の傾斜がゆるい水路を適應していること、逆に、グラフの下寄りに位置しているギンヤンマ($r_1: 0.011$, $r_2: -1.006$)、シオヤトンボ($r_1: -0.126$, $r_2: -1.110$)、ショウジョウトンボ($r_1: -0.195$, $r_2: -1.162$)、コシアキトンボ($r_1: -0.195$, $r_2: -1.162$)、シオカラトンボは傾斜がきつい水路にも適應していることが示唆された。また、アキアカネ($r_1: 0.041$, $r_2: -0.243$)

も、比較的下寄りに位置している。

以上より、オニヤンマやヤマサナエは、緑陰の濃さが正に、護岸の傾斜角度が負に關係していることから、緑陰のあり、傾斜角の緩い細流が生息空間として適していると考えられる。オニヤンマやヤマサナエの幼虫が多数出現したst.3で、ミルヤンマの幼虫が確認されており、1個体だけの出現ではあるが、上記の2種と同様の傾向があると考えられる。オオシオカラトンボの生息には、水面の被覆度の影響が大きいことから、鬱閉した水面を好んでいることが示唆される。オオシオカラトンボは、植物のある浅い止水に産卵するとされ(石田ほか, 1998)、水面の被覆度の影響は、植物体の存在によるものとも考えられる。一方で、シオヤトンボ、コシアキトンボ、ショウジョウトンボ、ギンヤンマ、シオカラトンボ、アキアカネは、植生による被覆の少ない開放的な水域を好み、傾斜のきつい護岸に適應していると示唆された。特に、シオカラトンボについては、植生による被覆に関する指摘(生方ほか, 2007)と一致し、さらに今回の結果では緑陰を忌避している傾向も明らかになった。これらの種は、護岸整備が進んだ都市河川にも適應し得る種であると推察でき、アキアカネ、ギンヤンマは、小学校のプールでの調査(松良ほか, 1998)でも記録があることから、その特徴は十分に伺える。しかし、今回の結果から

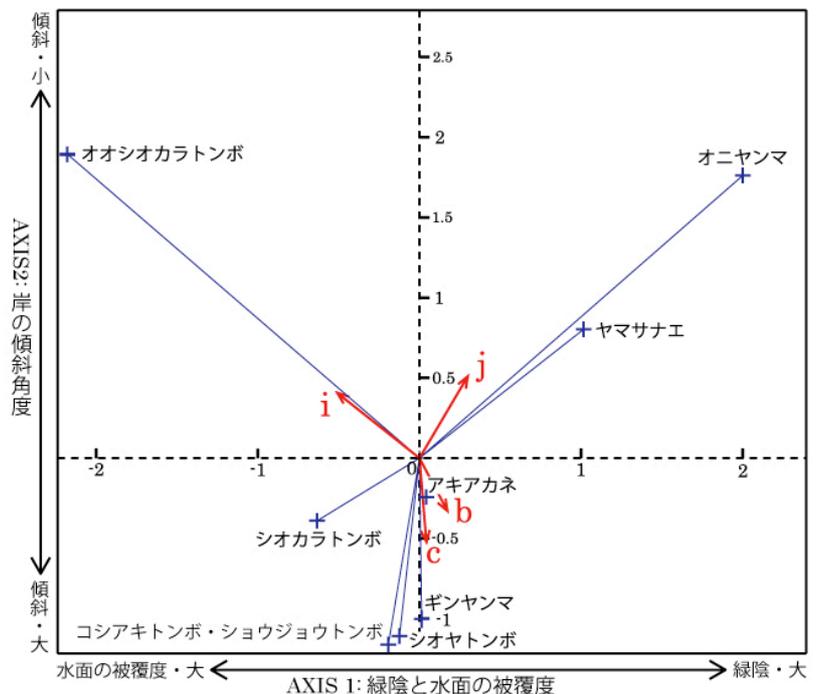


図2 CCAによるトンボ類の生息空間の選好性分析結果

図中の記号は、b: 水深、c: 岸の傾斜角度、d: 水面の被覆度、e: 緑陰を示す。各々の相関や配置から、第一軸を「緑陰と水面の被覆度」、第二軸を「岸の傾斜角度」を表す軸と解釈した。

はアキアカネのはっきりとした特徴が見られず、他の要因の影響も考えられる。

オオシオカラトンボ、シオカラトンボ、アキアカネ、シオヤトンボ、コシアキトンボ、ショウジョウトンボは、「標準種」、「都市化適応種」に分類され、環境の適応性が極めて高いとされる止水性種である(長田ほか, 1993)ことから、これらの種は近辺に点在する水田に依存している可能性も考えられる。しかし、今回の調査では、近距離に止水環境が存在しない、遠藤笹窪谷内部の水路でも、アキアカネとシオカラトンボの記録されていることから、この2種は流水の持つ空間をも利用していることが示唆される。長距離移動するアキアカネや約2kmの移動が確認されている(島村ほか, 2004)は、発生した場所は谷戸内部の水路とその周辺の環境を、一時的な休息の場や摂食のための場所として利用していることも考えられる。

3. 2 環境要因が与える影響

緑陰については、トンボ類の選好性に関わる要因として、これまでも指摘されている。湿生緑地の植生構造について着目した研究(長田ほか, 1997)では、抽水植物と木本植物の植被率がトンボ類の出現パターンに大きく関わっていると指摘しており、当調査における緑陰との関係と比較すると、ほぼ一致する結果となった。また、流水域におけるトンボ目およびイトトンボ目、それぞれの生息に関わる環境要因として水温が挙げられており(Micheal *et al.*, 1996)、水温と日陰の関連性から、日陰のある空間が重要であると指摘されている。隣接した樹林の割合(一ノ瀬ほか, 2002)や木本の群落構成(長田ほか, 1997)、周辺の樹林率(山野ほか, 2002; 一ノ瀬ほか, 2008)が、トンボ類の構成種に影響を与えているとの指摘もあり、トンボ類と樹林の関係性が大きいことがうかがえることから、当研究における緑陰の位置付けも妥当なものであると言えるだろう。

護岸については、コンクリート護岸の割合(山野ほか, 2002)が種構成に悪影響を及ぼしているとの指摘があるものの、護岸の形状に着目している研究は少ない。今回、護岸の傾斜角度がトンボ類の分布に影響していることが示唆されたが、これは羽化形態に影響しているものと考えられる。また、トンボ類の一部は、幼虫は登坂能力が低く、水際ぎりぎり羽化するとされる。当調査で記録された種で言えばヤマサナエが該当する。そのため、護岸の傾斜がきつい環境を忌避していることが考えられる。

また、水面の植被度、および水生植物による植被率によって、トンボ類の出現タイプが異なること(長田ほか, 1997)は指摘されているが、当研究では、この植被に相当する水面の被覆度がトンボ類の選好性に関わることを統

計的に示すことができた。水面の被覆度は、産卵形態の違いに影響を及ぼしていると考えられ、打水タイプや水底に差し込んで産卵するタイプでは水面へのアプローチが重要であり、空中から放卵するタイプでは水面上の空間が開放していることが関係していると考えられる。

3. 3 トンボ類と谷戸の生息空間機能

今回の調査で、遠藤笹窪谷に残されている、緑陰の濃く、一日を通して日が当たり続けることのない半日陰に近い環境が、この谷戸での出現数が多かったオニヤンマやヤマサナエの生息空間として、重要な環境であることが明らかになった。今後、乾燥化による湿地の荒廃が懸念される遠藤笹窪谷において、谷戸の持つトンボ類、特に流水性の種の生息空間としての機能を持続していくためには、緑陰のある水路の保全・創出が必要不可欠であると言える。また、トンボ類の種の多様性という観点からすると、谷戸、特に湿地空間としては止水性種が顕著に少ないことも指摘できる。しかし、緩衝緑地内のst.6で止水性のオオシオカラトンボの幼虫が確認されており、既に定着していると言え、緩衝緑地が止水環境を代替していると考えられることから、他の止水性種の生息空間としても機能する可能性も示唆される。遠藤笹窪谷のトンボ類の種の多様性の保全に向けて、奥部に残された湿地の保全と緩衝緑地の管理・創出が必要であろう。

当研究では、ヤマサナエが遠藤笹窪谷内でしか出現が確認されなかった。遠藤笹窪谷内でも、st.5、st.6では、幼虫および成熟個体の確認がされていないものの、人為的な手が加えられていない谷戸奥部の湿地に隣接した水路(st.3, st4)を中心に、成虫・幼虫共に比較的多数の出現が確認されたことから、遠藤笹窪谷、特に奥部がヤマサナエの生息空間として、現在でもその機能を果たしていることが十分に認められた。

ヤマサナエ自体は、一般的には平地から低地の流れのある環境に生息し、ほぼ日本全土に分布している種とされ(石田ほか, 1998)、特に希少性の高い種だとは言えない。しかし、神奈川県レッドデータブックで要注意種として記載されており(高桑ほか, 2006)、神奈川県相模川以東の地域では、その生息は特定の丘陵地などに限られ、局地的な分布を示している(高桑ほか, 1999)。同様に、藤沢市および茅ヶ崎市におけるヤマサナエの生息場所はごく一部に限られており、長期間記録されているのは遠藤笹窪谷に限られる(岸, 1996; 岸, 1999)。しかし、過去に記録されていなかった比較的近距离に存在する谷戸内での生息の報告もある(岸ほか, 2009)ことから、遠藤笹窪谷が当地域におけるヤマサナエの種の供給源として機能している可能性も指摘できる。そのため、遠藤笹窪谷は、藤沢市・茅ヶ崎市をはじめとする神奈川県中

部地域における、ヤマサナエの重要な生息地であることが指摘できる。地域種の将来的な分布の拡大に向けて、遠藤笹窪谷の積極的な保全と適正な管理を施していく必要があると言え、当研究で得られた視点から、遠藤笹窪谷という限られた環境に依存しているヤマサナエの保全とその生息空間の保全・創出に向けて、樹木や水生植物などの植生の確保、護岸の緩傾斜化などの指針を示すことができるだろう。

4. まとめと今後の課題

当研究では、小規模な流水環境を取り扱い、トンボ類の生息空間の選好性として、三つの空間構造「緑陰」、「水面の被覆度」、「岸の傾斜角度」が関係していることを、明らかにすることが出来た。特に、「岸の傾斜角度」は、新たな視点であるだろう。

しかし、当研究の問題点として、トンボ類の生息情報、調査地点、環境要因など、分析に関わる各々のサンプル数が少ないことが挙げられる。水質(一ノ瀬ほか, 2008)や水温(Micheal *et al.*, 1996)、土地利用(九鬼ほか, 2005)などが生息に関わる要因として指摘されており、多岐にわたる環境要因の収集が求められる。また、比較検討を行うには調査地点が少なく、ポイントが近接し過ぎていたことも問題であり、周辺地域における谷戸や小河川といった環境を複数取り上げて行く必要があるだろう。これらの課題を踏まえ、今後、より詳細な調査・研究が求められる。

謝辞

本研究を行うにあたり、茅ヶ崎市の岸和弘氏、岸しげみ氏には、周辺地域のトンボ類に関する貴重な情報を提供して頂いた。この場をお借りして、厚く御礼を申し上げます。

引用文献

- 有田ゆり子・小林達明(2000) 谷津田の土地利用変化と水田・畦畔植生の特徴. ランドスケープ研究, 63(5), 485-490
- 石田勝義(1996) 日本産トンボ目幼虫検索図説, 北海道大学図書刊行会.
- 石田昇三・石田勝義・小島圭三・杉村光俊(1998) 日本産トンボ幼虫・成虫検索図説, 東海大学出版会.
- 一ノ瀬友博・石井潤・森田年則(2008) 淡路島のため池におけるトンボ類の空間的自己相関と環境要因. 農村計画学会誌, 27, 191-196.
- 一ノ瀬友博・森田年則(2002) 兵庫県北淡町の農村地域のため池におけるトンボ類の分布とそれを規定する要因について. ランドスケープ研究, 65, 501-506.
- 井本郁子・杉村尚・井出任(2001) 数値地理情報を用いた景観パターン解析と動物の出現可能性図の作成-長野県東信地区を事例として-. 農

- 村計画論文集, 3, 133-138.
- 生方秀紀・倉内洋平(2007) トンボ成虫群集による故障の自然環境評価-釧路湿原達古沼沼を例に-. 陸水学会誌, 68, 131-144.
- 大澤啓志・勝野武彦(2003) 都市河川における絶滅危惧植物ミズキンバイの分布とイトトンボ類の生息状況の関係. 日本緑化工学会誌, 29(2), 343-351.
- 長田光世・森清和・田畑貞寿(1993) トンボの種類からみた水辺緑地計画の指標に関する予備的考察. 造園雑誌, 56(5), 151-156.
- 長田光世・飯島博・守山弘(1997) 湿性緑地の植生構造とトンボの対応関係に関する基礎的研究. ランドスケープ研究, 60(5), 547-552.
- 岸一弘(1996) 茅ヶ崎・藤沢のトンボ類, 文化資料館調査研究報告書4, 7-34, 茅ヶ崎市文化資料館.
- 岸一弘(1999) 茅ヶ崎・藤沢のトンボ類2, 文化資料館調査研究報告書7, 23-42, 茅ヶ崎市文化資料館.
- 岸一弘・岸しげみ(2009) 湘南地域で発見されたヤマサナエの新産地, 神奈川虫報, 166, 15-17, 神奈川県立生命の星・地球博物館, 小田原.
- 九鬼なお子・大窪久美子(2005) 長野県上伊那地方水田地域におけるトンボ群集構造及び環境選択と立地環境との関係性. ランドスケープ研究68(5), 579-584.
- 黒田貴綱・勝野武彦(2006) 多摩丘陵におけるカヤネズミの生息分布から見た生息適地の景観構造. ランドスケープ研究, 69(5), 553-556.
- 佐藤太郎・東淳樹(2004) 農業用小河川における生態系に配慮した排水路改修が魚類相と生息環境に及ぼす影響. 野生生物保護, 9(1), 63-76.
- 島村雅英・小野勝義(2004) エコロジカルネットワーク調査 『トンボはドコまで飛ぶか』調査結果. 横浜市環境科学研究所報第, 28, 52-57.
- 高桑正敏・勝山輝男・木場英久(2006) 神奈川県レッドデータブック生物調査報告2006. 神奈川県立生命の星・地球博物館, 小田原.
- 高桑正敏(1999) 神奈川県東半部の昆虫相, とくに相模野穴如要素の存在について. Actina 12, 61-86, 横浜国立大学.
- 松井明・佐藤政良(2004) 茨城県下館市の水田圃場整備によって造成された排水路系における水生生物の分布, 保全生態学研究9, 153-163.
- 松良俊明・野村一眞・小松清弘(1998) 都市の人工水域に生息するトンボ目幼虫の生態学的研究: 小学校プールにおけるタイリクアカネ幼虫の発生状況およびその生活史. 日本生態学会誌, 48, 27-36.
- 守山弘・飯島博・白木彩子・長田光世(1992) 谷津田環境がもつトンボの種供給機能. 環境情報科学21, 84-88.
- 山野浩嗣・片岡美和・一ノ瀬友博・美濃伸之・平田富士男(2002) 兵庫県北淡町の小規模ため池におけるトンボ類の分布と環境要因の関係について. 農村計画論文集4, 25-30.
- J.H.Hawking,T.R.New(1999):The distribution patterns of dragonflis (Insectia:Odonata) along the Keiwa River, Australia, and their relevance in concervation assesment.Hydrobiologia.392,249-260.
- Micheal J.Samways,Nicholas S.Steytler(1996):Doragonfly(Odonada) distribution patterns in urban and forest landscapes, and recommendations for riparian management.Biological Conservation.78,279-288.