

水辺の爬虫・両生類を指標とした
緑地環境の保全に関する研究

日本大学大学院生物資源科学研究科生物環境科学専攻
博士後期課程

天 白 牧 夫

2 0 1 4

目次

第1章 序論

1. 1	研究の背景	5
1. 2	既往研究の整理	7
1. 3	研究の目的	9

第2章 淡水生カメ類を指標とした緑地環境の保全に関する研究

2. 1	三浦半島における淡水生カメ類の種組成と生息環境の関係	10
2. 1. 1	はじめに	10
2. 1. 2	調査対象地域および方法	13
2. 1. 3	調査結果	17
2. 1. 4	考察	29
2. 2	神奈川県内の水辺公園におけるカミツキガメの定着要因と防除成果	39
2. 2. 1	はじめに	39
2. 2. 2	調査地の概要	41
2. 2. 3	研究方法	43
2. 2. 4	結果	45
2. 2. 5	考察	51
2. 2. 6	おわりに	57
2. 3	岐阜県恵那市の農村環境におけるニホンイシガメの行動圏	58
2. 3. 1	はじめに	58
2. 3. 2	調査方法	60
2. 3. 3	調査結果	64

2. 3. 4	考察	7 1
2. 4	小括	7 3
第3章 カエル類を指標とした緑地環境の保全に関する研究		
3. 1	木曾川河口域の干拓地におけるカエル類の分布	7 5
3. 1. 1	はじめに	7 5
3. 1. 2	調査対象地および方法	7 7
3. 1. 3	調査結果	8 1
3. 1. 4	考察	8 7
3. 2	濃尾平野における水田タイプ別のカエル類の種組成	9 2
3. 2. 1	はじめに	9 2
3. 2. 2	調査対象地および方法	9 5
3. 2. 3	調査結果	1 0 0
3. 2. 4	考察	1 0 5
3. 3	三浦半島の谷戸田におけるカエル類の分布	1 1 1
3. 3. 1	はじめに	1 1 1
3. 3. 2	調査方法	1 1 3
3. 3. 3	結果と考察	1 1 5
3. 4	谷戸田復田とアカガエル類卵塊数の関係	1 2 3
3. 4. 1	はじめに	1 2 3
3. 4. 2	調査方法	1 2 5
3. 4. 3	結果と考察	1 2 8
3. 5	小括	1 3 3

第4章 サンショウウオ類を指標とした緑地環境の保全に関する研究	
4.1 流水域におけるトウキョウサンショウウオの卵嚢分布状況および流失割合	135
4.1.1 はじめに	135
4.1.2 調査対象地および方法	139
4.1.3 調査結果	144
4.1.4 考察	153
4.2 U字溝における簡易なトウキョウサンショウウオの繁殖場創出の検討	157
4.2.1 はじめに	157
4.2.2 調査対象地および方法	160
4.2.3 調査結果	162
4.2.4 考察	165
4.3 小括	166
第5章 三浦半島を事例にした市民参加による保全の意義と課題	168
5.1 はじめに	168
5.2 三浦半島地域の特性	169
5.3 活動者へのアンケート調査	174
5.4 市民活動による谷戸田での両生・爬虫類保全の効果と戦略	177
第6章 総合考察	179
Summary	182
摘要	185

引用文献	1 9 4
公表原著論文	2 0 2
謝辞	2 0 3

第 1 章 序論

1. 1 研究の背景

近代化の大幅な進展に伴い、人々の活動圏内を中心に地球規模の環境変動、生物多様性の喪失が指摘されている。ヒトの将来に対する不安から生まれたのが「生物多様性の保全」と「健全な生態系の持続」という社会的な目標である（鷲谷 1999）。特に地域固有の生物多様性の衰退は、生態系サービスの喪失にもつながるため、その保全は地域社会の福利を維持する上で重要となる（環境省 2002）。日本列島における固有性の高い生態系の一つのタイプに、里山すなわち丘陵地や氾濫原などの多様な自然の環境要素にヒトが手を加え数千年にわたって維持してきた農的緑地環境がある。日本人の「里山」感はさまざまであるものの、ここでいう里山とは、生物多様性条約第 9 回締約国会議でも示されたように、農林水産業などの人間の営みにより長い年月にわたって維持されてきた二次的自然地域を指すこととした。しかし、都市化や農業スタイルの近代化あるいはアンダーユースを始めとするこの半世紀ほどの環境変化は、里山における生物多様性を著しく減少させてきた。

地形が変化に富み、初夏から秋にかけて雨量の多い東アジアモンスーン気候である日本列島では、水はけのよい場所は樹林が発達する一方で、水はけの悪い場所は潜在的に池沼や湿地になっており、人間による土地利用がなされる前には、山地、低地を問わず水辺と樹林の混在した緑地環境があり、それに適応した生物が生息してい

た（鷺谷 2006）。水田を中心とした農村環境は，雑木林などと並び我が国の里山景観の代表といえるが，これらはかつての水辺と樹林の混在した緑地環境をそのまま活用，維持してきたものであり，我が国本来の生物相を結果的に保全してきた。こうした複合生態系に依存して生息する生物の代表として，トンボなどの水生昆虫と並び爬虫類・両生類があげられる。爬虫類・両生類の多くは，里山の水域と陸域の連続した環境を主要な生息環境としている。これらの生物はコウノトリやトキ，サシバなどの鳥類を支え，イタチやタヌキなどの哺乳類を支えてきた。爬虫類と両生類とは，本来分類群からみれば全く異なるものである。しかしながら，我が国の里山における水辺環境では，互いに中間捕食者でハビタットも重なること，互いに捕食者，被食者になりうるなど，近しい生態的地位にあるととらえることで，生息環境の把握に空間的，立体的な広がりを持たせることができると思う。

水田を中心とした緑地環境に関する近年の変化は，1000年以上前からヒトと共存してきた多様な生物の生息条件を短期間に消失させた。緑地そのものを消失させる開発，耕作放棄による植生遷移の進行，圃場整備による乾田化，用排水路の近代化，農薬や化成肥料による水質や土質の変化などがあげられる（鷺谷 2006）。こうした時間の流れに伴い，爬虫類で 18.6%，両生類で 21.9%の種が現在国の絶滅危惧種（環境庁 2000，環境省 2006）となっており，各地方別ではさらに多くの種で地域絶滅が危惧されている。このような時代背景のもと，生態系の疲弊した地域にいかにより生物的に健全な状態で水辺を伴った緑地空間を確保するかが課題となっている。

1. 2 既往研究の整理

カメ類

爬虫類を指標とした緑地環境分析に関する研究は少なく，なかでも淡水生カメ類を取り扱った研究は極めて乏しく，分布や生態など基礎的な知見を収集している段階である。全国レベルの目撃情報調査(志村ほか 2004, 公益財団法人日本自然保護協会 2014)のほか，西日本地域レベルの種組成調査(Yabe 1989, 1992, 岡田ほか 2005)，首都圏地域レベルの種組成調査(特定非営利活動法人生態工房 2007)などがあり，いずれも近年各地で放逐されているカメ類が増加していることを指摘している。これら外来生物の侵入の影響は，ミナミイシガメ *Mauremys mutica* (小林ほか 2006)，カミツキガメ *Chelydra serpentina* (小林 2007a, 2007b)，アカミミガメ *Trachemys scripta* (有馬ほか 2008, 西川ほか 2005)等の報告がある。その一方で在来カメ類の減少要因，生息環境の修復についての研究は乏しく，標識再捕法およびラジオテレメトリーによって調べたニホンイシガメ *M. japonica* の活動性(矢部 1992)などごくわずかである。カメ類に配慮した緑地計画に用いる情報は海外の事例も含め極めて不足しているのが現状である。

カエル類

カエル類の既往研究は，定量的な調査のしやすさ，社会的な注目度等も関係して種ごとの繁殖生態(芹沢 1985)や分布パターン(大澤ほか 2005b)，個体群への再導入(大河内ほか 1997)，里山構造

や水田耕作形態とカエル類の関係を示した調査（大澤ほか 2006）など多岐にわたる。一方で，農業技術的に合理集約化された圃場や，復田の効果に関するカエル類の動向の情報は若干乏しい。

サンショウウオ類

サンショウウオ類は分布拡散能力が乏しく，大型水系ごと，大型山地ごとに種分化する傾向にある（内山ほか 2002）。大河川に生息するオオサンショウウオ *Andrias japonicus* や，山岳の溪流に生息するヒダサンショウウオ *Hynobius kimurae* など種として多様であるが，本研究で対象となるのは都市と近接する丘陵地の止水的水辺環境に生息する種である。その代表である都市近郊域に分布の拠点が存在するトウキョウサンショウウオ *H. tokyoensis* について着目した。本種に関しては，県レベルの分布調査（高桑ほか 2006），外来生物による影響（金田 2008，横浜弁護士会 2008），ミティゲーション事例報告（黒木ほか 1997），気候変動との関係（草野 2009）などの報告がある。本種が本来的に必要とする水辺構造を検証した研究は少なく，本来的な生息地保全に関する基礎情報は不足している。

1. 3 研究の目的

2020年までの生物多様性戦略計画「愛知ターゲット」では、生物多様性の状況を改善し、参加型計画立案、知識管理と能力開発、実施を強化することが求められている。地域の生物多様性保全の戦略には、原生自然などの生態系や生息場所をまるごと保護する「生態系アプローチ」と、特定の生息場所との結びつきの強い生態的指標種を用い、景観や生態系を視野に入れた「種アプローチ」がある（鷲谷 1999）。しかしながら、我が国において里山に生息する水辺の爬虫・両生類の生息動態から見た緑地空間の保全・再生手法は十分確立されておらず、そのための研究蓄積が急務である。

また、里山の担い手は農家だけでなく市民活動団体など多様化している。本研究では、陸域と水域をまたいで生活するカメ類、生活史が水田耕作と密接しているカエル類、樹林と沢や谷戸田を一体的に生息空間とするサンショウウオ類を対象として、それらの生息規定要因から水辺を有する緑地環境の保全修復手法を蓄積するとともに、実際に里山で展開されている市民活動を事例に生態系保全の効果について検証することを目的とした。

第 2 章 淡水生カメ類を指標とした緑地環境の保全に関する研究

2. 1 三浦半島における淡水生カメ類の種組成と生息環境の関係

2. 1. 1 はじめに

我が国は東アジアモンスーン気候下にあり，水田を中心に河川・水路・溜池・樹林地等からなる農村環境が各地に形成され，多様な淡水生の水生生物を維持してきた。しかし，高度経済成長期以降の急速な市街化，あるいは集約農業の推進や減反政策，農業の担い手不足等により，全国的に農村の環境が改変されている。これにより水生生物の各種において局所個体群の縮小や消滅が危惧されている（樋口ほか 1996，鷺谷 1999）。また，外来生物の侵入の増加により，地域独自の種構成が変化していると考えられ，本来的な地域の生物多様性が失われつつある。このため，それぞれの地域で水生生物の種構成を詳細に把握することは，劣化した地域の生物相の修復や希少種の保護・保全，外来生物管理などに対し有益な情報を提供する。特に水生生物の生息空間の分布性質上，山脈・流域界・海などで周辺地域と区分される生態的な地域単位での悉皆的な調査が求められる。本論では，淡水棲カメ類（以下，カメ類とする）に着目し，都市近郊域の半島地形（三浦半島）を調査対象地とした。

本州産のカメ類には，固有種のニホンイシガメをはじめ数種の生息が知られている（内山ほか 2002，志村ほか 2004）。しかしながら，各地でニホンイシガメの減少や外来カメ類の侵入が報告される（岡田ほか 2005，野田ほか 2004，小林 2007b，矢部 1996，前沢

1996, 竹原 1996) ものの, 全国的な分布や生息量などの状況はほとんど調べられていない(矢部 1996, 1999, 前沢 1996, 竹原 1996)。公益財団法人日本自然保護協会が 2003 年に行ったアンケート調査「日本全国カメさがし」によると, ニホンイシガメの確認例は 9.89%と非常に少なく, 外来種であるアカミミガメが 62.15%を占めていたと報告されている(志村ほか 2004)。外来種が在来カメ類を圧迫している可能性も指摘されている(志村ほか 2004, 野田ほか 2004, 高桑ほか 2006)。カメ類は従来から人々に親しまれてきた水生生物でもあり, 身近な生き物と地域の生物多様性の関わりを考える環境教育的な指標生物としても重要な生物群といえる。このため, 個々の地域毎にカメ類の生息分布状況を把握することは意義あるものと考えられる。

今回, 調査対象地とした神奈川県三浦半島は, 昭和 30 年代までほぼ全域に谷戸田を中心とする農村環境が存在し, 多数のニホンイシガメの棲息が確認されていた(三浦半島自然保護の会 1960, 1962, 1965, 1968)。首都圏域に接していることもあり, 昭和 50 年代以降急速に市街化, 水田が減少し, それらは宅地や畑地に置き換わっている。また, 中下流部の市街化に伴い, 多くの河川で河川改修が進められてきた。さらに, 現在, 都市河川や公園の池などにはアカミミガメをはじめとする外来種を多数確認することができるが, 詳細な生息調査は行われてこなかった。このように三浦半島は, 現在もわずかに溜池や谷戸田などの農村環境が残るものの, 首都圏に最も近い半島であるが故に都市化圧が強く, また外来種の放逐もみられ, 我が国の淡水棲カメ類の種構成変化の特徴が顕著に表れている地域

と考えられる。カメ類の生活史は緑地環境と深く関係しており（矢部 1989, Yabe 1992), 本論では三浦半島の各水系における 2000 年代後半におけるカメ類の種組成を明らかにし, その状況に至った要因を考察することを目的とした。

2. 1. 2 調査対象地および方法

三浦半島は神奈川県南東端に位置し，長さ約 21 km，最大標高 241.3 m で，相模湾と東京湾を分ける小規模な半島である。北部の三浦丘陵と南部の三浦台地，そして沖積低地によって構成され，多数の小河川と水田や溜池が存在する。今回，行政区分として，逗子市，葉山町，横須賀市，三浦市を対象とし，まず三浦半島における全水域を踏査して，カメ類の生息の可能性の有無を判断した。すなわち，3面コンクリート張りの小水路，周年水が抜かれている調整池など，全域を目視でき，生息が認められない水域はその生息は不可能として調査水域から除外した。また，一つの集水域内を流れる同一水系の水域でも，河川内に堰堤などの移動障害がある場合，堰堤の上流側および下流側をそれぞれ別の調査水域として調査を行った。この踏査は，2007年4月～6月に行った。その結果，14水系の35水域でカメ類が生息可能と判断され，これを種組成把握の調査水域とした（図-2.1.1）。

カメ類の調査は，籠罟（高さ 20 cm × 幅 40 cm × 長さ 60 cm）およびタモ網による捕獲とした。籠罟は，カメ類の活動が期待できる天候の穏やかな日を選び，日中に各調査水域の任意の適当な淵等に，35調査水域で計 106 個仕掛け，魚のあら等で誘引して翌日回収した。水中も含め全域が目視できる調査水域に関しては，タモ網による捕獲を行った。調査は，2007年6月～11月および2008年5月～8月に実施し，1調査水域最低3日間行い，カメ類の捕獲があった場合は新規捕獲個体が出現しなくなるまで実施した。捕獲はカメを死傷させないよう細心の注意をもって行い，特に炎天下での作

業でカメの体温が異常に上昇しないよう注意した。

捕獲したカメは，種名，雌雄，背甲長，背甲幅，腹甲長，体重，捕獲地点，捕獲日，捕獲方法等を記録した。甲板の存在するカメ，すなわちスッポン *Pelodiscus sinensis* 以外は，縁甲板に約 2 mm の穴を開けてマーキングする方法で個体識別した（図-2.1.2）。在来種と思われる種に関しては再放流し，外来種は急速凍結による安楽死を実施した。また，可能な限り消化管内容物を採取した。

生息環境として各地点の環境調査を行った。環境調査項目は，水辺の状態と周辺の土地利用状況とし，これらより他の水域や周囲の緑地との生態的な連続性を評価した。水辺の状態は，護岸の有無とその形状，堰堤の有無，淵の有無，抽水植物群落の有無を記録した。なお，本論において堰堤とは垂直で高さ 50 cm 以上のコンクリート製の堰堤など，カメ類の登坂が困難と判断された形状のものとし，淵とは 30cm 以上の深みの部分とした。周辺の土地利用状況は，各行政が発行している土地利用図等を参照するとともに，現地確認より記録した。生態的な連続性は，これらを基に調査水域と他水域との連続性，調査水域と周辺の緑地との連続性，そして生態的な連続性のない孤立の 3 段階に評価した。

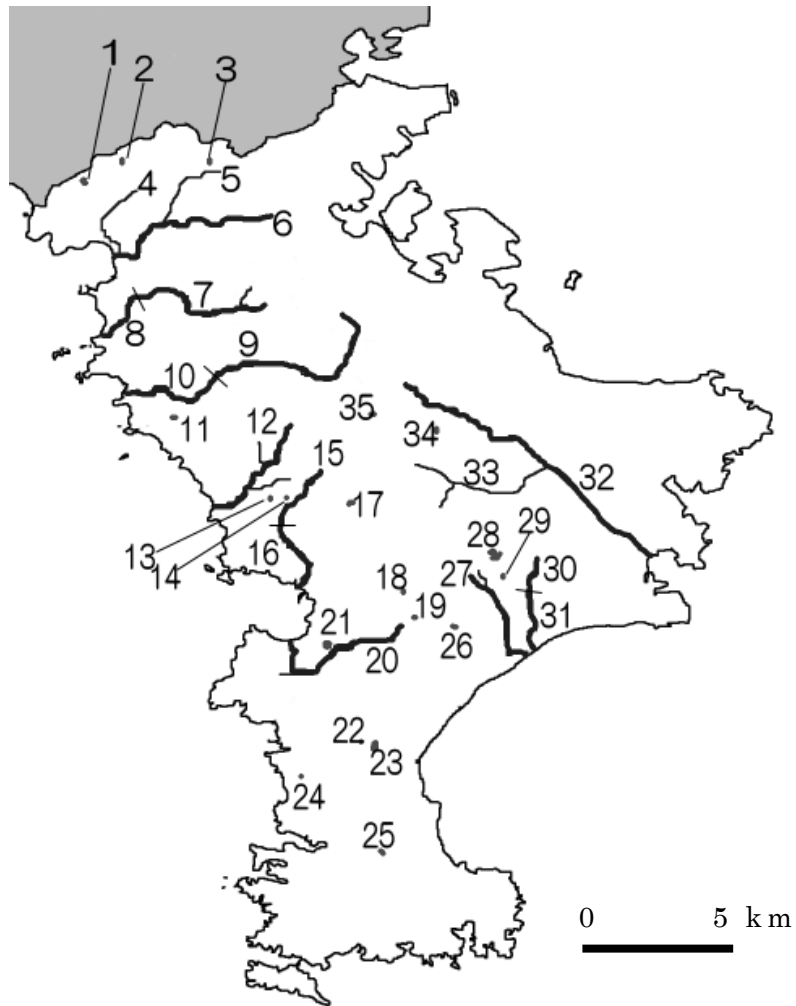


図-2.1.1 調査水域の位置

数字は表-2.1.1 調査水域番号に対応する

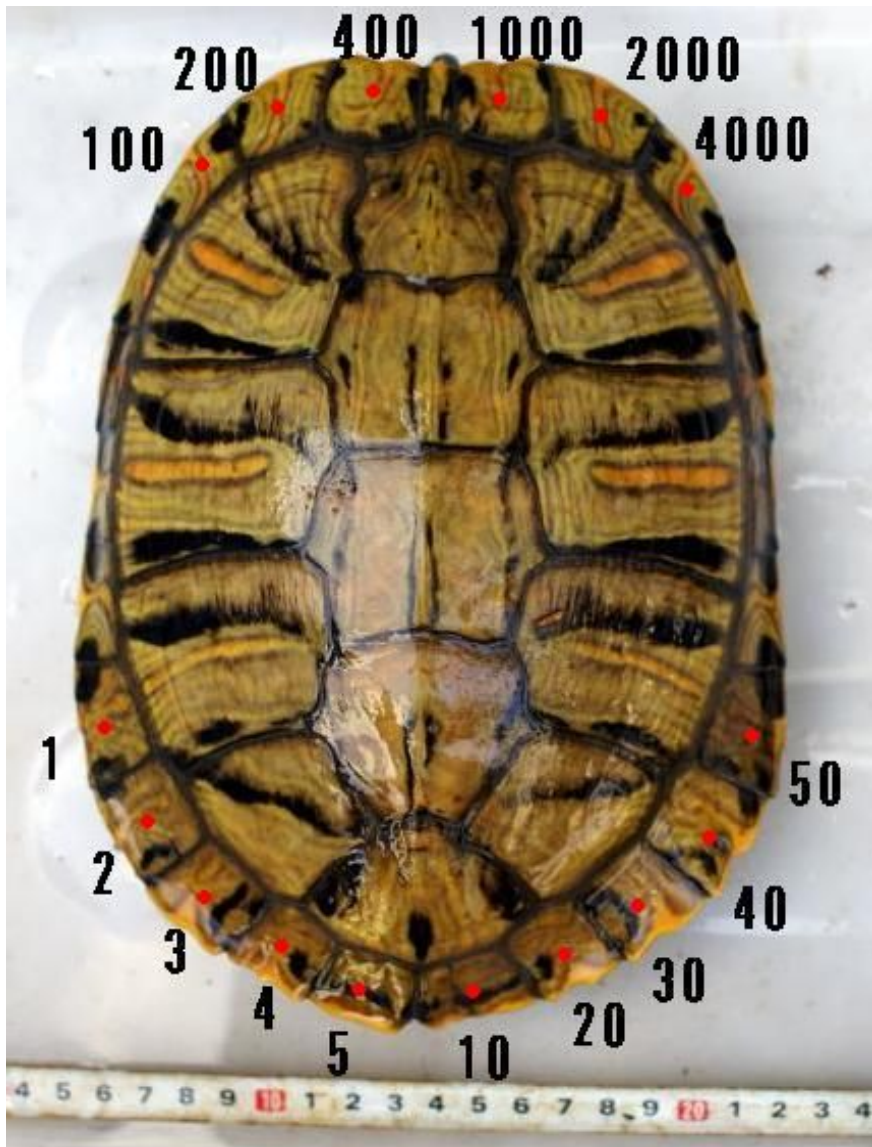


図-2.1.2 カメの標識方法

※例えば 320 番の場合，100，200，20 をそれぞれマークして表す。

2. 1. 3 調査結果

(1) 対象地におけるカメ類の種組成

35 の調査水域は 14 水系に属し，各調査水域の調査日数は，平均して 5.8 日であった（表-2.1.1）。本調査では新規捕獲個体が出現しなくなるまで捕獲を続けており，ほぼ全数捕獲できたと考えられる（後述のカミツキガメを除く）。4 科 8 種が確認され，捕獲 317 個体，目視 7 個体の計 324 個体の生息を確認した（表-2.1.2，図-2.1.3）。今回確認された交雑個体は，外部形態から全てニホンイシガメ×クサガメ *Chinemys reevesii*（以下「イシ×クサ」）と判断した。なお，目視確認個体は，種により発見率に偏りが生じている可能性があるため，合計数および全体の割合には含まれていない。

各調査水域における捕獲個体数および環境調査結果を表-2.1.3 に示した。カメ類の生息の可能性があると今回捕獲調査を行った 35 調査水域のうち，約半数の 16 調査水域ではカメ類の生息を確認することができなかった。これらの水域は，後述のようにカメ類の生息が困難な環境であると推察された。また，カメ類の生息が認められた 19 調査水域中 8 調査水域が 3 個体以下と捕獲個体が少なかった。一方で，100 個体以上が 1 調査水域（No.32）のみ，25～55 個体もわずか 3 調査水域（No.23,28,35）と少なかった。このように，全体としては少数の突出した高い個体数の水域と，多数の非生息もしくは極めて少数の生息の水域から成っていることが明らかにされた。

捕獲された 317 個体の種組成は，外来種のアカミミガメ（キバラガメおよびミシシippアカミミガメ）の合計が 54.9%と半数以上を

占めており，次いでクサガメ 30.6%，カミツキガメ 2 亜種の合計が 5.3%であった。これらの上位 3 種が全体の 90.8%を占めており，それ以外の種は少数であった。特に，三浦半島における在来種（三浦半島自然保護の会 1965）とされるニホンイシガメが 2.5%と極端に少なかったことは特筆に値する。三浦半島におけるカメ類の個体数の多い上位 5 種および交雑個体と，公益財団法人日本自然保護協会の「全国カメさがし」アンケート調査（志村ほか 2004）の比較を行い，表-2.1.4 に示した。大半を占めるアカミミガメおよびクサガメはおおむね同じ傾向を示したが，「全国カメさがし」の結果に対し，外来種カミツキガメの割合が高く，在来種イシガメの割合が低いことが明らかになった。

ニホンイシガメについては，5 調査水域での確認であった。No.1 では，目視観察から高齢のメス個体と思われたが，2007 年 7 月以降は確認することができなかった。No.28 は，以前ニホンイシガメが多数観察されていた「須釜の池」（三浦半島自然保護の会 1960，1962，1965，1968）の埋め立て地に作られた都市公園内の池であるが，今回ニホンイシガメが 1 個体のみ捕獲された。

カミツキガメ（ホクベイカミツキガメおよびフロリダカミツキガメ）は，2 調査水域のみの確認であった。No.23 は一番川や他の止水域との連続性はないが，周囲の湿地や樹林地などの緑地との連続性は確保されていた。ここでは，カミツキガメによる罨の破損が著しく，本調査の捕獲数以上にカミツキガメが多数生息している可能性がある。

(2) 水辺の状態からの分析

(i) 流水域

流水域では 16 調査水域で調査を行った。約半数の 9 調査水域でカメ類の生息を確認した。1 調査水域のみ 100 個体以上の生息を確認したが、他は 11 個体以下のわずかな生息にとどまっていた（図-2.1.4）。また、カメ類の移動の障害となる堰堤が存在しない調査水域もしくは堰堤より下流側の調査水域でのみカメ類の生息が確認されたが、堰堤の上流側ではカメ類は確認されなかった。加えて、淵および抽水植物群落の存在する調査水域のみカメ類の生息が認められ、いずれかが欠落した調査水域では生息は認められなかった（表-2.1.5）。No.32 では、産卵中の個体は数回観察できたが、3 歳齢未満の幼体は全く確認できなかった。

(ii) 止水域

止水域では 19 調査水域で調査を行った。約半数である 10 調査水域でカメ類の生息を確認した。調査水域ごとの個体数の差は流水域とは異なり、著しく個体数が多い箇所等はみられなかった（図-2.1.5）。護岸の状況で比較すると、護岸が止水域を一周している調査水域ではアカミミガメ、クサガメのみの確認であったのに対し、護岸化されていない部分がある止水域では、ニホンイシガメやイシ×クサの生息が確認された（図-2.1.6）。水深が 30 cm に満たない調査水域（No.11,13,19,22）ではカメ類の生息が確認できなかった。流水域と異なり、抽水植物群落の有無では顕著な差はみられなかった。No.1,2,23 では幼体、No.28 では産卵と幼体を確認した。

(iii) 周辺の土地利用からの分析

樹林地,畑地の存在による種組成の顕著な変化はみられなかった。また,カメ類の生息を確認したのは全て道路に隣接する水域であり,いずれも放逐される可能性のある環境であった。都市公園内の止水域では,それ以外の止水域よりも1調査水域あたりの平均個体数が大幅に増加した(表-2.1.5)。都市公園内の水域では,都市公園外の調査水域に比べ亜種ミシシippアカミミガメの割合が高く,イシガメ科のカメ類の割合は低かった(図-2.1.7)。

(iv) 生態的連続性からの分析

緑地との連続性が確保されている環境ではクサガメ,ニホンイシガメ,イシ×クサなどイシガメ科のカメ類の割合が高まった(図-2.1.8)。緑地との連続性が確保されていない調査水域では亜種ミシシippアカミミガメ等の割合が高まるが,他水域との連続性の有無によってその割合に差はほとんどなかった。

表-2.1.1 各調査水域における調査日数および水系別捕獲個体数

調査水域番号	水系名	調査水域名	調査日数	水系別捕獲個体数
1	田越川水系	名越溜池	18	42
2	田越川水系	久木大池	11	
3	田越川水系	池子大池	7	
4	田越川水系	久木川	3	
5	田越川水系	池子川	3	
6	田越川水系	田越川	8	
7	森戸川水系	森戸川（上流）	3	3
8	森戸川水系	森戸川（下流）	7	
9	下山川水系	下山川（上流）	7	5
10	下山川水系	下山川（下流）	10	
11	下山川水系	峰山大池	3	
12	前田川水系	前田川	3	0
13	芦名川水系	芦名堰	4	0
14	松越川水系	猿見谷堰	5	3
15	松越川水系	松越川（上流）	3	
16	松越川水系	松越川（下流）	3	
17	松越川水系	虫山の池	3	
18	松越川水系	武の池	3	
19	川間川水系	須軽谷堰	3	10
20	川間川水系	川間川	3	
21	川間川水系	轡堰	5	
22	一番川水系	岩神堰	3	51
23	一番川水系	小松が池	23	
24	神田川水系	三戸の池	10	18
25	鈴川水系	地藏が作の池	3	0
26	津久井川水系	谷戸作堰	3	0
27	長沢川水系	長沢川	3	44
28	長沢川水系	水辺公園	9	
29	長沢川水系	深井堰	3	
30	野比川水系	野比川（上流）	3	0
31	野比川水系	野比川（下流）	3	
32	平作川水系	平作川	11	141
33	平作川水系	大矢部川	3	
34	平作川水系	若芽池	3	
35	平作川水系	城腰堰	9	

表-2.1.2 捕獲個体数および割合

科名	種名または亜種名	個体数（目視）	割合（%）	
イシガメ	クサガメ <i>Chinemys reevesii</i>	97	30.6	
	ニホンイシガメ <i>Mauremys japonica</i>	8（1）	2.5	
	イシガメ×クサガメ <i>M. japonica</i> × <i>Chi. reevesii</i>	13	4.1	
	●ヤエヤマイシガメ <i>M. mutica kami</i>	1	0.3	
	●ハナガメ <i>Ocadia sinensis</i>	1（1）	0.3	
	ヌマガメ	●キバラガメ <i>Trachemys scripta scripta</i>	1	0.3
		●ミシシッピアカミミガメ <i>T. scripta elegans</i>	173（2）	54.6
カミツキガメ		●カミツキガメ <i>Chelydra serpentina</i>	17（1）	5.3
	●ワニガメ <i>Macrolemys temminckii</i>	2	0.6	
	スッポン	スッポン <i>Pelodiscus sinensis</i>	4（2）	1.3
合計 捕獲個体数（目視個体数）		317（7）	100	

●...外来種であることが明白な種



クサガメ
Chinemys reevesii



カミツキガメ
Chelydra serpentina



キバラガメ
Trachemys scripta scripta



ニホンイシガメ
Mauremys japonica



ハナガメ
Ocadia sinensis



ミシシッピアカミミガメ
T. scripta elegans



ヤエヤマイシガメ
M. mutica kami



ワニガメ
Macrolemys temminckii



スッポン
Pelodiscus sinensis



ニホンイシガメ×クサガメ
M. japonica×*Chi. reevesii*

図-2.1.3 生息が確認されたカメ類

表-2.1.3 各調査水域における捕獲個体数および環境調査結果

調査 水域 番号	捕獲個体数										水辺の状態				周辺の土地利用状況					生態的連続性			
	ク サ ガ メ	ニ ホ ン イ シ ガ メ	イ シ ガ メ × ク サ ガ メ	ヤ エ ヤ マ イ シ ガ メ	ハ ナ ガ メ	キ バ ラ ガ メ	ガ シ シ ツ ビ ア カ ミ ミ	カ ミ ツ キ ガ メ	ワ ニ ガ メ	ス ツ ボ ン	合 計	止 水 域 ・ 流 水 域	護 岸 の 状 況	堰 堤 の 有 無	淵 の 有 無	抽 水 植 物 群 落	樹 林 地	畑 地	市 街 地	道 路 と 隣 接	都 市 公 園	他 水 域 と 連 続	緑 地 と 連 続
1	7	(1	-	-	(1	-	1	(2	-	(1	8	止	0	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
2	5	-	-	-	-	-	10	-	-	-	15	止	0	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
3	-	1	2	-	-	-	1	-	-	-	4	止	0	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	流	2.0	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
5	1	-	-	-	-	-	2	-	-	-	3	流	2.1,0	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
6	1	-	-	-	-	-	11	-	-	-	12	流	3.2	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	流	2.0	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
8	1	-	1	1	-	-	-	-	-	-	3	流	2.0	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	流	2.1,0	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
10	1	-	-	-	-	-	4	-	-	-	5	流	2.1	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	止	0	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	流	2.1,0	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	止	0	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	止	0	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	流	2.1,0	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
16	-	-	-	-	-	-	3	-	-	-	3	流	2	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
17	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	止	半	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	止	0	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
19	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	止	0	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
20	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	1	流	3.2	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
21	3	-	-	-	-	-	6	-	-	-	9	止	全	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	止	0	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
23	23	-	1	-	-	1	8	16	2	-	51	止	半	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
24	7	1	8	-	-	-	2	-	-	-	18	止	0	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	止	0	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
26	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	止	全	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
27	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1(1	1	流	3.2	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
28	8	1	-	-	-	-	33	-	-	-	42	止	半	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
29	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	1	止	全	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	流	2.1,0	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
31	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	流	3.2	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
32	25	5	1	-	-	-	76	1	-	3	111	流	2	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
33	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	1	流	3.2	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
34	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	止	半	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
35	13	-	-	-	1	-	13	-	-	-	27	止	半	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○

※片括弧は目視による確認個体数

※止水域・流水域：止：止水域，流：流水域

※護岸の状況：止水域：全→池の一周がコンクリート護岸・半→池の約半周がコンクリート護岸・0→護岸なし，流水域：3→3面張り・2→2面張り・1→1面張り・0→護岸なし

※堰堤の有無：垂直で高さ50cm以上のコンクリート製の堰など，カメ類の登坂が困難と判断されたもの

※淵の有無：30cm以上の深みの部分とした

※道路と隣接：歩道および園路も含む

※他水域と連続：堰堤や護岸状況等が他水域との生態的な連続性を損ねていない形態とした

※緑地と連続：堰堤や護岸状況等が周辺の緑地との生態的な連続性を損ねていない形態とした

※生態的に孤立：堰堤や護岸状況等により周辺の緑地や他の水域と連続していない場合「生態的に孤立」とした

表-2.1.4 三浦半島におけるカメ類の種組成割合と「全国カメさがし」アンケート調査結果の比較

	三浦半島 (%)	全国カメさがし (%)
アカミミガメ	54.9	62.2
クサガメ	30.6	21.1
カミツキガメ	5.3	0.4
イシメクサ	4.1	0.0
ニホンイシガメ	2.5	9.9
スッポン	1.3	2.3
その他	1.3	4.1

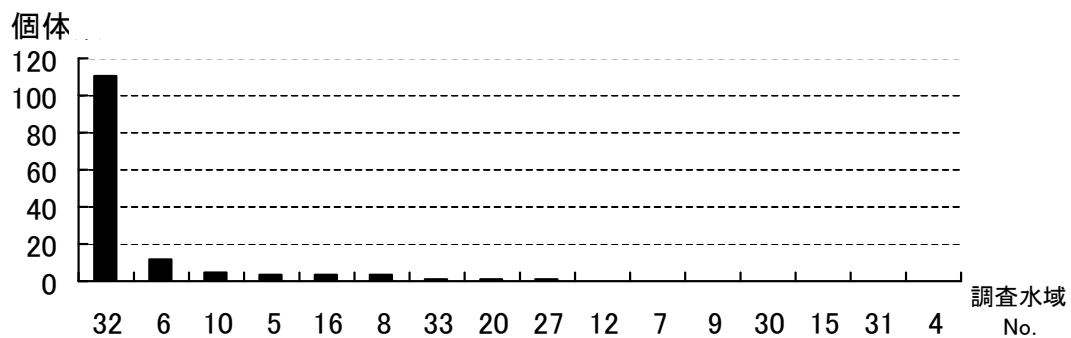


図-2.1.4 流水域における調査水域別捕獲個体数

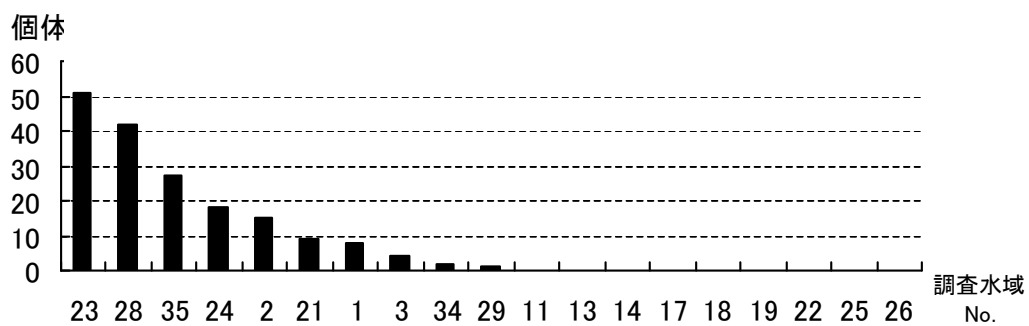


図-2.1.5 止水域における調査水域別捕獲個体数

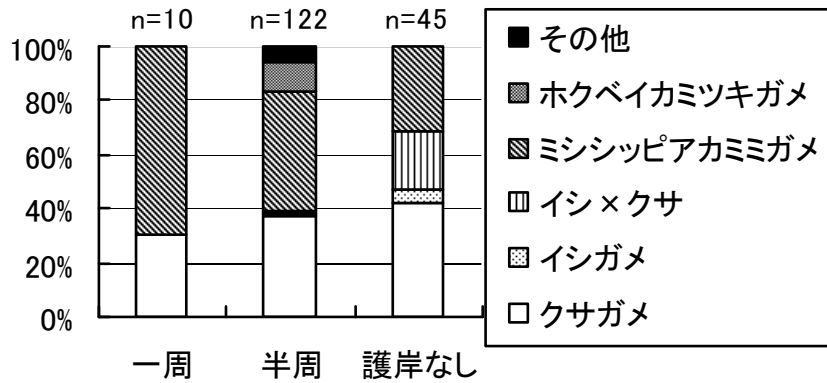


図-2.1.6 止水域の護岸状況別のカメ類種組成割合

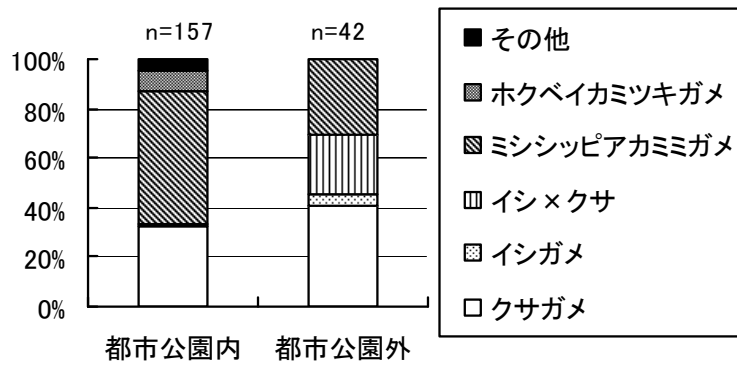


図-2.1.7 都市公園内外別の止水域のカメ類種組成割合

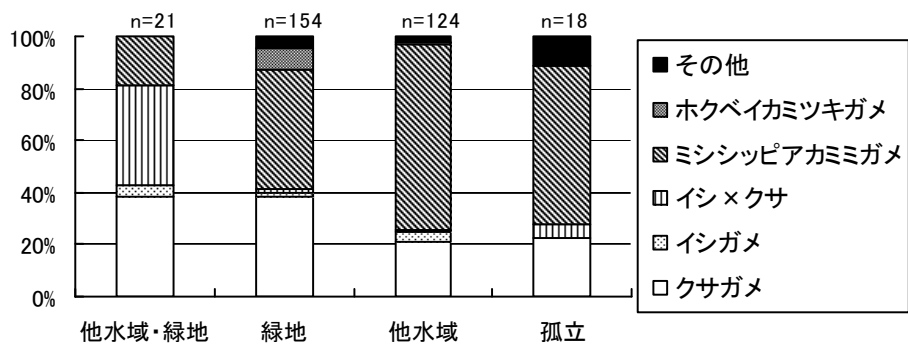


図-2.1.8 隣接環境別のカメ類種組成割合

表-2.1.5 各調査水域タイプ別にみた1調査水域あたりの
平均個体数

	淵および抽水植物群落の存在			道路と隣接		都市公園内外	
	両方存在	淵のみ存在	抽水植物群落のみ存在	する	しない	内	外
流水域	10.0	0	0	8.8	0	-	-
止水域	16.3	5.0	0	11.8	0	27.4	2.9

2. 1. 4 考察

(1) 水域タイプ別にみたカメ類の生息条件

流水域では 9 調査水域，止水域では 10 調査水域からカメ類の生息が確認された。しかし，それぞれの個体数分布は異なっていた（図-2.1.4，図-2.1.5）。これは，増水時の避難場所や採食資源などが貧弱であると考えられる都市河川において，カメ類の個体数維持は困難であることが理由であると推察できる。後述する 1 調査水域（No.32）を除き，カメ類の生息地としての都市河川の不安定性を示す結果となった。

それに対し止水域では安定的な個体数分布を示しているように考えられるが，その多くが都市公園内の池（No.2,23,28,34,35）であり，アカミミガメ等の外来種が 60%以上を占めていることから，在来のカメ類の生息地として安定しているとは言えない。しかし，水位も安定しており一定の緑地との連続性が保たれていることを勘案すると，カメ類の生息地として都市河川よりは好適であると判断でき，今後種組成の健全化のために注目すべき必要があると考える。

(i) 流水域

流水域は，いずれも道路や市街地に隣接しており，外来種が放逐されやすい環境であった。水辺の状態から分析すると，No.12 を除く，淵および抽水植物群落の両方が存在する流水域でカメ類の生息が確認された。淵または抽水植物群落の欠落している No.4，No.31 ではカメ類の生息は確認できなかった。一般にニホンイシガメは採食の場や天敵から隠れる場として水陸移行帯を利用することが知ら

れている（矢部 2007）。今回ニホンイシガメが確認された調査水域も、同様に抽水植物群落または緑地との連続性を有している環境であった。また、堰堤のない流水域（No.5,6,32,33）ではいずれもカメ類の生息が認められた。生態的な連続性に関しては、No.8を除き、緑地や他の水域との連続性のない孤立した流水域ではニホンイシガメやクサガメの生息は確認されなかった。No.8は低木の生える洲があるため、水域としては孤立しているが調査水域内部にある程度の緑地を有していると捉えることで説明がつく。

まとめると、流水域には淵と抽水植物群落が存在することがカメ類の生息に最低限必要であり、堰堤が存在せず緑地と生態的な連続性が担保されていることがニホンイシガメやクサガメの生息に望ましいといえる。

（ii）止水域

止水域でカメの生息が確認されたのは、いずれも道路に隣接し放逐されやすい環境であると判断された。特にアカミミガメの捕獲数は、都市公園内の池5カ所で計65個体、それ以外の溜池14カ所で計11個体であり、都市公園内の池で多く確認された。また、都市公園内では、カメ類の個体数は全体的に多いが、外来生物であるアカミミガメの割合が高まっていた（図-2.1.7）。これは、都市公園外の水域より人の利用頻度が高く、放逐圧が高いためと推察される。

生息が確認された止水域は全て淵の存在する環境だったが、流水域で生息因子となっていた堰堤の有無や抽水植物群落の有無に関する顕著な傾向は見られなかった。

一方、岸辺全体が護岸されている止水域では外来種が7割以上を占めており、護岸の割合が少なくなるほどニホンイシガメやクサガメの割合・個体数共に大きくなった(図-2.1.6)。これは、ニホンイシガメおよびクサガメがより陸域との連続性を必要とする生活を行っているが、アカミミガメは陸域との連続性のない環境であっても生息可能であるためだと考えられる。また、池の周囲全体が護岸化されている調査水域では、カメ類の繁殖は確認されなかったため、新たに放逐されない限り、それらはいずれ消滅する個体群であると推察される。

(2) 種ごとの生息状況と生息環境との関係

(i) アカミミガメ

最も個体数の多かったものが、アカミミガメの亜種である北米原産の亜種ミシシッピアカミミガメであった。カメ類の生息が確認された調査水域のうちほぼ全てで本亜種が確認され、在来のカメとの競合が危惧される。今回アカミミガメが確認された調査水域は、いずれも道路や市街地等に隣接する放逐されやすい調査水域であり、特に都市公園内の池や市街地を流れる河川(No.16,20,21,29)で多く確認された。対照的に、アクセスしにくく放逐圧が低いと考えられる樹林地内の溜池等(No.11,14,17,18)では確認されなかった。また、生態的連続性のない孤立した水域(No.16,20,21,29)でも確認され、周辺の他の水域や緑地との連続性がなくとも本種は生息可能と推察される。一方、淵の存在しない調査水域(No.4,11,13,19,22)では確認されておらず、アカミミガメの生息には一定以上の水深の

ある環境が必要であると推察される。都市公園内の池である No.2 では幼体，No.28 では産卵と幼体を確認しており，この調査水域では自然繁殖している可能性が高い。一方で，No.6,32 等の河川では，成体は多数見つかるものの，幼体は全く確認されなかった。また，かつて飼育されていたと思われる背甲の変形や不規則な発育等の特徴を持った個体が多く，河川域の個体群は放逐された個体のみで形成されていると推察される。特に No.32 では，本種の産卵は確認されているが，幼体は全く確認されなかった。このため都市河川は，降雨時の急な増水等により幼体が定着できない環境であると考えられる。

(ii) クサガメ

クサガメはイシガメ科の中でもっとも確認数が多かった。現時点では我が国の在来種とされているが（内山ほか 2002），三浦半島に関しては人為分布の個体群の可能性が高い（柴田私信）。また，本種自体も 18 世紀末に朝鮮半島から人為により移入した種である説も示されている（疋田ほか 2010）。後述するように，本論でも本種の移入を支持する結果となった。今回，クサガメが確認された調査水域は，いずれも淵の存在する環境であった。また，生態的連続性のない孤立した水域（No.8,21）でも確認されていることから，周囲の調査水域や緑地との連続性がない水域内で生活史を完結していると推察される。アカミミガメ同様，放逐圧の低い調査水域では確認されず，これもクサガメが人為的移入であることを支持するひとつの事象である。止水域の No.1,23,28 では本種の幼体が捕獲された。

これに対し，護岸化された流水域では，産卵は確認されたものの幼体を確認することはできなかった。アカミミガメ同様に，本種も都市河川では幼体が定着できない可能性が高い。特に流水域や都市公園内の池では，背甲が変形した成体が多数確認され，これらは放逐された個体の可能性が高い。

(iii) ニホンイシガメ

ニホンイシガメは環境省版レッドリストでは「情報不足」，神奈川県版レッドリストでは「絶滅危惧Ⅰ類」とされている（高桑ほか 2006）。捕獲数は 8 個体と少なく，全てメス個体であった。甲板に形成される年輪は 15 年ほどで摩耗することが知られているが（矢部 2007），今回の甲板の年輪確認から，捕獲された 8 個体のいずれもが 15 歳齢以上の高齢個体であることが示された。幼体や若い個体およびオス個体は確認されておらず，個体群として繁殖不可能な状態に陥っている可能性が極めて強い。今回イシガメが確認された調査水域は，いずれも他の水域もしくは緑地との連続性が確保された環境であり，生態的連続性のない孤立した水域では生息が認められなかった。ニホンイシガメは河川・水田・溜池間を移動することが知られており（矢部 1989，Yabe 1992），ニホンイシガメの生息には周囲の環境との生態的な連続性のある環境が必要であると考えられる。また，ニホンイシガメが確認された場所では，クサガメまたはイシ×クサが確認されており，ニホンイシガメのオスの不足と，クサガメとの交雑により種が維持できない状況であると推察される。本来，ニホンイシガメは山麓部の谷川や池沼に生息するのに対して，

クサガメは平地の河川や池沼に生息するとされている（矢部 1996）。しかし、三浦半島では三浦丘陵を中心とする複数の水系でクサガメとニホンイシガメが同所的に生息していることが確認できた。両種が、生息場所が異なるため生殖隔離されておらず交雑可能な種であるならば（内山ほか 2002, 矢部 1996）、三浦半島における両種の同所的な生息が自然分布である可能性は低い。クサガメやイシ×クサの繁殖はみられる（No.3,24）ものの、純粋なイシガメが繁殖できていないことを考慮すると、クサガメが遺伝子汚染源となりニホンイシガメの系統維持を妨げている可能性がある。ニホンイシガメは1970年代まで、「須釜の池」や多くの谷戸田で観察することができた（三浦半島自然保護の会 1960, 1962, 1965, 1968）が、生息地の消滅、緑地と調査水域との分断等により個体数が激減したと考えられる。No.28で捕獲された個体に関しては、かつて飼育されていたと思われる背甲の不規則な発育等の特徴を持った個体であり、放逐個体の可能性が高い。この調査水域は以前ニホンイシガメが多数生息していたとされる「須釜の池」（三浦半島自然保護の会 1960, 1962, 1965, 1968）付近に造成された池である。しかし、須釜の池は埋め立てられており、この地域本来のニホンイシガメは死滅したと考えられる。No.32で最も多く確認されたが、この河川はアカミミガメが突出する外来種の放逐圧が高い調査水域のため、ニホンイシガメに関しても放逐された個体が紛れ込んでいる可能性が高い。アカミミガメの捕獲の少ないNo.1,3,24に関しては、外来種の放逐圧は低いと考えられ、また、以前から継続的にニホンイシガメが観察されていた地域であるため、三浦半島本来の個体である

と推察される。しかし，No.1 では数年前から同じ 1 個体を観察することができたが（名越谷戸調査会 2007），2007 年 7 月以降は確認できないことから，本調査期間中に死亡した可能性が強い。このことから，1980 年代頃からニホンイシガメが繁殖できない状態に陥り，現在生き残った高齢個体が徐々に死んでいる状況と考えられる。2007 年に No.1 の個体群が消失し，2008 年時点で確実な三浦半島本来の個体群は，No.3,21 の 2 箇所，もしくは No.28 を含めた 3 箇所と極めて少なく，危機的な状況であることが明らかになった。そして，現状ではごく近い将来，三浦半島本来のニホンイシガメの個体群は消滅すると判断された。早急に保全生物学的な対応による個体群の回復と生息環境の保全・修復を行う必要がある。

（iv）カミツキガメ

カミツキガメはペットとしてアメリカ大陸から輸入されていたが，2006 年に全亜種が特定外来生物に指定され，売買が禁止となった。全国各地で放逐された個体が帰化し，生態系への悪影響や人体への被害の危険性が指摘されている（小林 2007b）。今回確認された No.23,32 は，都市公園内の池と市街地を流れる河川であり，亜種ミシシippiaカミミガメが多く確認できた調査水域であった。No.23 では，基亜種ホクベイカミツキガメおよび亜種フロリダカミツキガメが発見された。いずれも性成熟しており，基亜種ホクベイカミツキガメは幼体も捕獲されたことから，当調査水域での繁殖が示唆される。前述のように No.23 では全数捕獲されていないと思われ，今後継続的に調査する必要がある。No.32 は護岸された都市河川であ

り繁殖できる環境ではないと判断され、放逐個体のみが生息していると考えられる。

(v) スッポン

スッポンは4個体捕獲し、目視で2個体確認した。食用に持ち込まれた大陸産の個体か在来の個体かを判断するのは困難であった。今回確認された調査水域は、いずれも淵および抽水植物群落の存在する環境であり、スッポンの生息にもこれらが必要であると考えられる。捕獲された個体は全て No.27,32 の都市河川で確認されたものだった。No.1 に関しては 2008 年 5 月に初めて確認され、前年以前には観察されたことがなかったことから、最近放逐されたと考えられ、その後も観察されなかったことから定着はしなかったと推察される。いずれも成体で、幼体は確認されなかった。

(vi) その他の外来種

ワニガメ *Macrochelys temminckii*, ハナガメ *Ocadia sinensis*, ヤエヤマイシガメ *Mauremys mutica kami*, キバラガメを若干数確認した。これらはいずれも外来種だが、流通量の少なさが放逐数に影響していると考えられる。しかし、ヤエヤマイシガメやハナガメは他のイシガメ科の種と交雑する可能性もあり、少数であっても注意が必要である。また、今後、亜種ミシシippアカミミガメ同様に高い放逐圧が生じた場合、その生態系に与える影響には特に注意が必要と考えられる。

(3) 今後のカメ類の保全と水辺環境の整備にむけて

今回の調査では，流水域で淵および抽水植物群落の存在する水域でカメ類の生息が認められた。止水域では，護岸化されるとニホンイシガメやクサガメ割合が減少し，図-2.1.8により緑地との連続性が確保されていない水域でニホンイシガメやクサガメの割合が減少した。このことから，クサガメやニホンイシガメの生息には緑地と水域との生態的な連続性が確保されていることが重要であると言える。

また，繁殖不可能と思われる調査水域でも数種のカメ類が確認され，ニホンイシガメでは1個体のみの確認にとどまった調査水域でも生息が認められた。カメ類は個体の生育可能年数が長く，個体群存続に致命的な状況であっても成体はその寿命が尽きるまで生息確認調査上は“生息”のデータが得られることになる。今回，三浦半島という生態的な地域単位での悉皆調査により，ニホンイシガメが個体群としては既に崩壊していることを明らかにすることができた。護岸化されて他の水域や樹林地との連続性がなくなったことと，それに伴い幼体の生息地となる水田や溜池等に移動できなくなったこと，そしてクサガメとの交雑により純粋な遺伝子が残せなくなったことがその主な原因であると考えられる。

ニホンイシガメを保全するためには，河川内の移動が可能で，かつ周辺の緑地との連続性が担保され，水際部のエコトーンが健全な状態で保全されることが必要である。また，幼体の生息地となる安定した止水域が必要である。クサガメ等の他のイシガメ科のカメが同所的に生息している場合，容易に交雑してしまうため種としての

系統の維持は困難であり，遺伝子汚染を防ぐための対策も同時に行う必要がある。

アカミミガメ等の外来種は半数以上を占めており，ニッチの競合や遺伝的汚染等，在来のカメ類生息への圧迫のみならず，捕食対象生物種への圧迫が懸念される。今回の調査で，調査期間中に調査水域を利用していた個体は，カミツキガメ類を除きほぼ捕獲することができたため，一時的ではあるが三浦半島の外来カメ類の個体群を消滅させることができたと思われる。しかし，本研究の手法では，その後の新たな放逐や他地域からの侵入の抑制には至っていない。外来種問題の啓発に努めるとともに，カメ類の食性や越冬場所等の調査研究を行い，餌資源獲得や特定の空間利用に対し外来種がもたらす影響も明らかにする必要がある。

2. 2 神奈川県内の水辺公園におけるカミツキガメの定着要因と防除成果

2. 2. 1 はじめに

開発の進んだ都市域において、水辺のある公園は親水性の緑地として人びとの自然のふれあいの場として重要な要素となっている。また、自然豊かな水辺の指標や子どもたちの触れあい対象の野生動物として、一般的にメダカやホタル、カエル等が挙げられるが、カメ類もその一つである。水辺にいるカメ類はのどかさの象徴であり、我が国では昔から親しまれてきた水辺の風景である。しかしながら、地域本来の豊かな水辺環境を感じられるはずの貴重な都市近郊域の水辺は、現実には人為分布と考えられるカメが半数以上を占めており(志村ほか 2004)、生態系への影響が懸念されている。なかでも、カミツキガメは外来生物法による特定外来生物にも指定されており、生態系への侵略性が指摘されている(小林 2007b, Kobayashi et al. 2006, 安川 2005)。本種は千葉県印旛沼で大規模な定着が確認されているのが有名(多紀 2008)だが、都立光が丘公園・都立石神井公園等の都市部の親水公園でも自然繁殖が確認されている(特定非営利活動法人生態工房 2007)。都市公園で繁殖し個体数が増加した場合、在来生物相への影響のみならず、遭遇機会の増加に伴う公園利用者の咬傷被害の危険から、生息実態の把握と防除が喫緊の課題となる。

カミツキガメ(カメ目カミツキガメ科)は、南北アメリカ大陸の冷帯から熱帯までを原産とするため、ほぼ日本全土の平野部の水域

に定着しうると考えられる（安川 2005, 環境省 2012）。背甲長が最大 50 cm にも達する事があり，雑食性で繁殖力が強い（環境省 2012, 内山ほか 2002）。1960 年代からペットとしてアメリカ合衆国より輸入されていたが，1990 年代以降，全国各地の野外で放逐個体が多く目撃されるようになった（安川 2005, 内山ほか 2002）。本種は成長するにつれ攻撃的になるため，飼育者が持て余し野外に遺棄される場合があり，条件の良い場所では繁殖・定着すると考えられている。大型に成長し，さまざまな生物を捕食する広食性であるため，定着地域では魚類や両生類等に大きな影響を及ぼすことが考えられること，捕らえられ，陸に上げられた個体は攻撃的で，大型個体に咬まれた場合には大怪我が想定されることから，2005 年にカミツキガメ科全種が外来生物法による特定外来生物に指定されている（環境省 2012）。

本種の定着した都市部の水辺公園では，各地で本種の防除が行われているが，地域に応じた生息実態や生態系への影響の知見は必ずしも十分ではない。そこで本研究では，神奈川県の水辺公園に定着した本種の防除活動により得られた対象水域のカメ類の種組成，カミツキガメの個体群構造および食性について明らかにすることにした。また防除活動を継続するなかで，その成果と課題を整理した。すなわち，本種の地域生物相への影響やその防除法の開発に向けた基礎的資料の蓄積に資することを目的とした。

2. 2. 2 調査地の概要

現在，神奈川県内で本種が確認された水辺は，都市河川や住宅街等での逸出個体と思われる偶発的な目撃を除けば，県央部の藤沢市引地川親水公園（近隣公園：約 9.7 ha）の大庭遊水地生態園と県南東部の三浦市小松ヶ池公園（近隣公園：約 3.7 ha）の小松ヶ池の 2 ヶ所である（図-2.2.1）。どちらも都市公園内の水域であるが，大庭遊水地生態園では 2000 年から，小松ヶ池では 2002 年頃から断続的に本種が目撃情報が得られている。大庭遊水地は引地川の治水施設として 1997 年に整備されたが，一部に生態園（4.1 ha）として水辺環境が造成されている。当初は広い開放水域が形成されていたが，現在は遷移による陸化が進み，通常時は狭小な水域があるに過ぎない。小松ヶ池（1.5 ha）は，以前農業用水地として使われていた池が，親水性の高い都市公園の水辺として再整備されたものである。両公園ともカミツキガメ定着の可能性より，藤沢市及び三浦市の公園部局からの依頼を受けて，共同事業あるいは事業補助として著者らが中心になり複数年にわたり本種の防除事業が行われている。なお，大庭遊水地生態園及び小松ヶ池の相観による現存植生分布は図-2.2.2 に示すとおりである。大庭遊水地生態園は，全面が高密度のヨシ群落に覆われた中にわずかに開放水面となる細流（水深約 10 cm，面積約 320 m²）が存在する程度である。ただし，大雨による引地川からの越流時は，生態園を含む遊水地全体が一時的に数日間湛水する。一方，小松ヶ池は素堀の谷戸堰き止め型溜池（最大水深約 2 m）であり，開放水面（面積約 0.3 ha）が多く広がる周縁部は密度の低い抽水植物群落となっている。

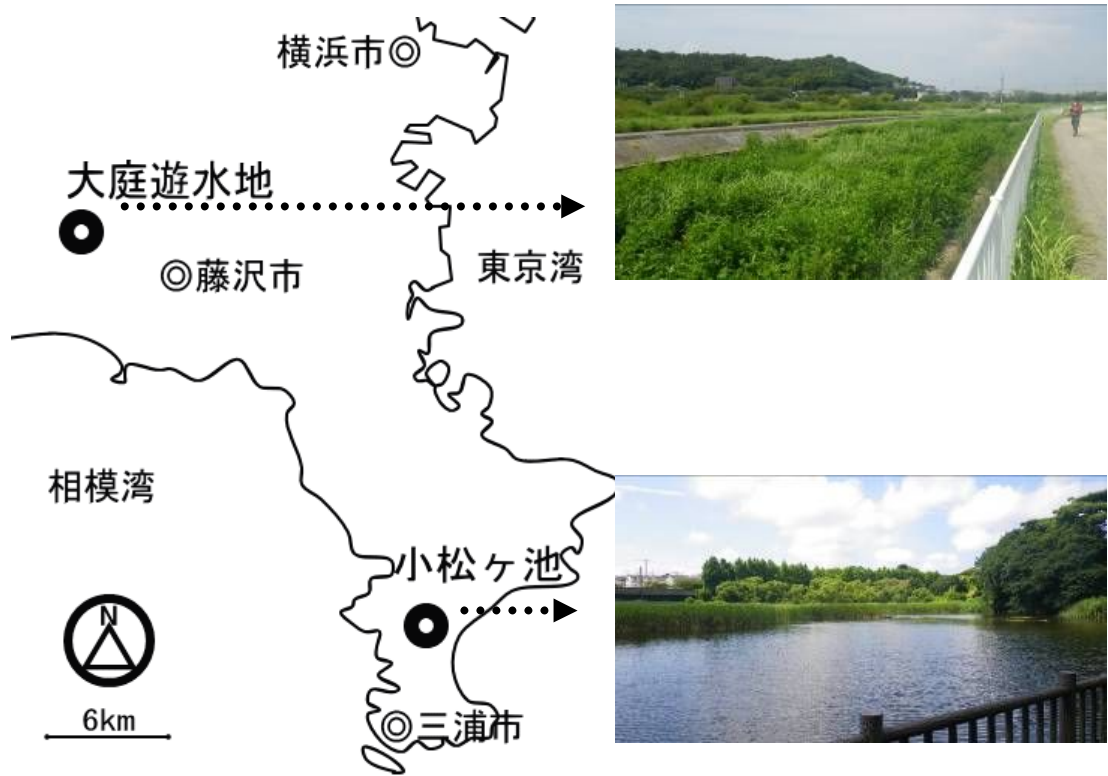


図-2.2.1 調査対象地の位置および景観写真

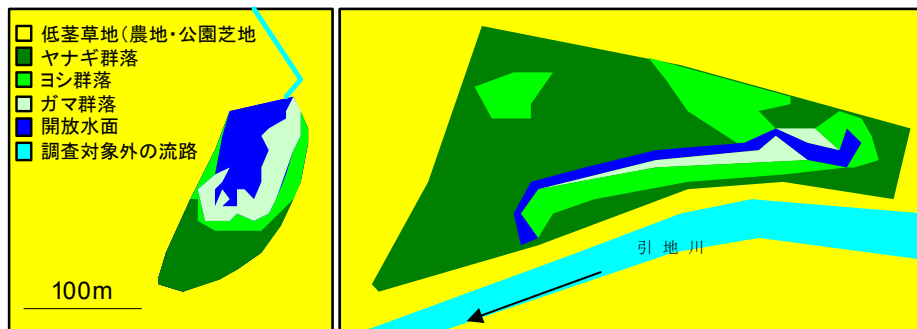


図-2.2.2 小松ヶ池（左）大庭遊水地生態園（右）現存植生図

2. 2. 3 研究方法

(1) カメ類の種組成

カミツキガメのみを選択的に捕獲する機器類は現在のところ存在しない。そこで、対象水域におけるカメ類全種を対象とした誘因性罟による捕獲調査を実施し、他のカメ類の生息量に占めるカミツキガメの割合を把握した。捕獲方法は、環境省、NPO 団体、自治体の先行事例（特定非営利活動法人 2007、環境省 2012）を参考に検討した。捕獲用の罟として、本調査ではカニ用カゴ罟（60 cm × 40 cm × 20 cm）及びカメ用カゴ罟（80 cm × 50 cm × 40 cm）を使用した。水中に罟を沈め、魚のあら等を置いてカメ類を誘引し、翌日罟を回収した。回収作業は主に午前中の公園利用者の少ない時間帯に行った。

より短期に駆除を完了させるため罟密度は高くし、小松が池では、ガマ等の抽水植物群落がある水深 50 cm 前後の池南東部の 200 m 区間に等間隔に 30 基設置した。これは、2008 年 8 月～9 月の任意の 15 日間、2009 年 6 月～8 月の任意の 16 日間、2010 年 6 月～9 月の任意の 16 日間、2011 年 7 月～8 月の任意の 6 日間で捕獲調査を行った（延べ調査日数 53 日）。大庭遊水地生態園では、ヨシ等の抽水植物群落が繁茂する水深 20 cm 前後の水路 60 m 区間に等間隔に 7 基（2012 年のみ 12 基）設置した。2010 年 6 月～10 月の任意の 20 日間、2011 年 5 月～9 月の任意の 17 日間、2012 年 5 月～8 月の任意の 12 日間に捕獲調査を行った（延べ調査日数 49 日）。

捕獲されたカメ類は種を同定し、クサガメ、ニホンイシガメは縁甲板にマーキング後再放流し、捕獲数把握の際に再捕獲個体の重複

カウントを避けた。スッポンはマーキングせず再放流，その他の外来カメ類は冷凍庫での凍結により殺処分した。また，カミツキガメについては，各年で捕獲効率（ $CPUE = \text{捕獲数} / (\text{罾数} \times \text{罾稼働日数})$ ）を算出した。

（２）カミツキガメの食性と個体群構造

殺処分後のカミツキガメは，甲羅の年輪による簡易年齢査定，甲長，体重，雌雄を記録した。次に，食性を把握するため捕獲個体の消化管内容物の分析を行った。これは，各個体の腹部を解剖し，胃・腸等の消化管の内容物を全て採取する方法によった。得られた内容物は水洗後可能な限り種レベルまで同定し，個体毎の出現件数により定量化した。また，本対象地における食性について，本来の生息地である北米での本種の食性（Alexander 1943）との比較を行った。

2. 2. 4 結果

(1) 対象地のカメ類の種組成

小松ヶ池では、4年間の調査で計7種96個体のカメ類が捕獲された(表-2.2.1)。この内、カミツキガメは2008年に14個体、2009年に14個体、2010年に9個体、2011年に1個体が捕獲され、全体に対する個体数割合で40%と最も高い割合を占めていた。次いでクサガメの35%、アカミミガメの19%の順であり、在来種であるスッポン、イシガメはそれぞれ2%、1%と極めて低い値であった。

大庭遊水地生態園では、3年間の調査で計9種99個体が捕獲された。この内、カミツキガメは2010年に23個体、2011年に16個体、2012年に6個体が捕獲され、全体に対し45%と最も高い割合を占めていた。次いでクサガメが42%であったが、小松ヶ池と異なり、アカミミガメは3%と必ずしも高い値ではなかった。在来種のスッポン、イシガメはそれぞれ1%であり、小松ヶ池と同様に極めて低い値であった。

(2) カミツキガメの個体群構造及び捕獲効率

本種の捕獲個体の年齢構成について、ヒストグラムで表したのが図-2.2.3, 2.2.4である。小松ヶ池のモードは2008年8~9歳齢, 2009年4~5歳齢, 2010年0~1歳齢と、捕獲年を経る毎に徐々に若齢化していた。ただし2011年は1個体のみの捕獲しかなく、それは4~5歳齢であった。平均年齢についても2008年が7.6歳齢, 2009年が5.4歳齢, 2010年が1.8歳齢, 2011年が4歳齢(1個体のみ)と、モード値と同様な傾向を示していた。大庭遊水地生態園におい

ても、モード値は 2010 年 8～9 歳齢，2011 年，2012 年ともに 0～1 歳齢と，捕獲年を経る毎に若齢化した。これは平均歳齢でも，2010 年が 5.7 歳齢，2011 年が 3.0 歳齢，2012 年が 1.5 歳齢と同様の傾向であった。

捕獲年ごとの本種の捕獲効率は，小松ヶ池では 2008 年：0.031，2009 年：0.029，2010 年：0.019，2011 年：0.006 と調査継続により著しく減少した。大庭遊水地生態園でも 2010 年：0.164，2011 年：0.134，2012 年：0.042 と年を経るごとに減少した。次に多く捕獲されているクサガメの新規捕獲個体は，小松ヶ池では 2008 年に 24 個体，2009 年に 8 個体と続き，2011 年には全てが再捕獲個体となった。大庭遊水地生態園では，2010 年に 28 個体，2011 年に 8 個体，2012 年に 6 個体となった。

(3) 消化管内容物からみたカミツキガメの食性

消化管に内容物が確認された個体数割合は，大庭遊水地生態園で 19 個体（42%），小松ヶ池で 27 個体（71%）であった。これらを分母とし，個体毎に消化管内容物の定性的記録を行い，出現件数による比較を行った。なお，上記は北米での本種の食性について調査した Alexander（1943）と同様の手法である。胃内容物の多くは捕獲に使用した餌であったが（解析からは除外），腸からは本来採食していた食物が多く得られた（図-2.2.5）。

大庭遊水地生態園では，94%と多くの個体がアメリカザリガニ *Procambarus clarkii* を，次いで 58%の個体が水生植物を採食していた。小松ヶ池では，水生植物が 85%，アメリカザリガニが 74%と

同程度の割合で採食されていた。水生植物ではヨシ *Phragmites australis* が圧倒的に多く（大庭遊水地生態園で 57%，小松ヶ池で 80%），この多くはヨシの新芽であった。小松ヶ池では陸生植物も比較的高い値を示したが，これは主にタチヤナギ *Salix subfragilis* 等の広葉樹の落葉であった。なお，本対象地では，アカミミガメやクサガメ等が一般に捕食しているとされる昆虫等の陸生節足動物や貝類等については，本種による補食は少なかった。一方，7 歳齢以上の大型個体ではウシガエル *Lithobates catesbeianus* 成体，ゴイサギ *Nycticorax nycticorax*（いずれも小松ヶ池），ニホンイタチ *Mustela itatsi*（大庭遊水地生態園）といった，より大型の動物の補食が確認された。

北米での本種の食性の報告と比較（本調査地に相当する環境と考えられる「池」と比較）すると，魚類の出現頻度が 44%強と高い値であったのに対し，本調査地ではいずれも 10%以下に止まっていた。これに対し，特にアメリカザリガニの出現頻度は，北米の報告（18%）より高い値（74～94%）であった。また，水生植物も本調査地の方が若干高い割合を示していた。全環境を通じて北米では哺乳類・鳥類及び両生類は低い値（5%前後）であり，本対象地でも同程度か小松ヶ池で若干高い出現頻度となった。

表-2.2.1 調査対象地における捕獲カメ類の種組成

	小松ヶ池		大庭遊水地生態園	
	個体数	%	個体数	%
カミツキガメ	38	40.0	45	45.5
ワニガメ	2	2.1	0	0.0
カブトニオイガメ	2	2.1	0	0.0
ミシシッピニオイガメ	0	0.0	1	1.0
ヒメニオイガメ	0	0.0	1	1.0
スッポン	2	2.1	1	1.0
アカミミガメ	18	18.9	3	3.0
クサガメ	33	34.7	42	42.4
ヤエヤマイシガメ	0	0.0	1	1.0
ハナガメ	0	0.0	4	4.0
イシガメ	1	1.1	1	1.0

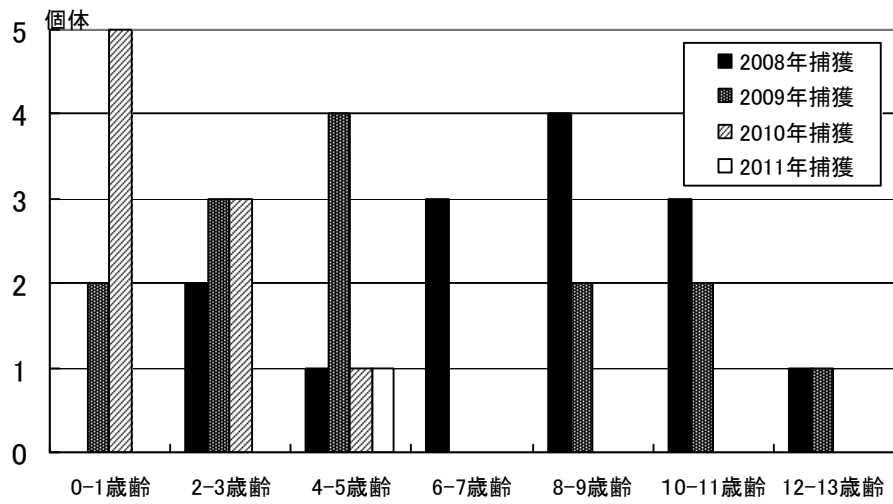


図-2.2.3 小松ヶ池における捕獲個体の年齢推移

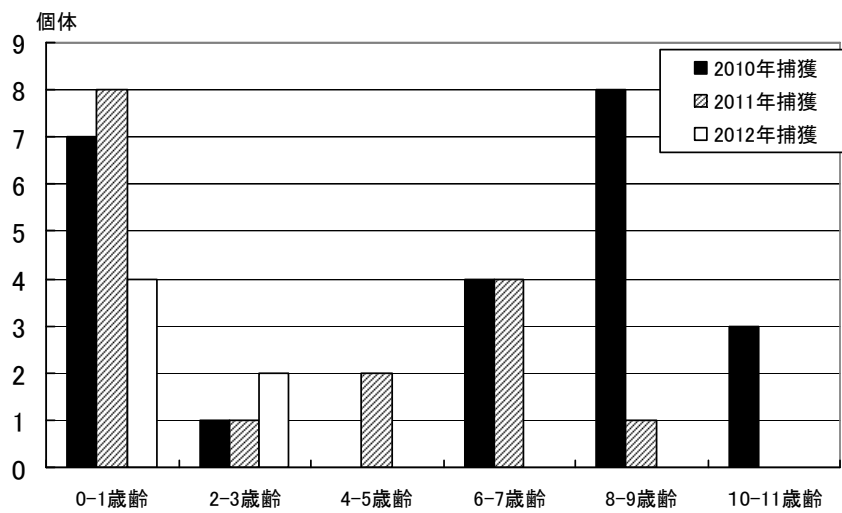


図-2.2.4 大庭遊水地生態園における捕獲個体の年齢推移

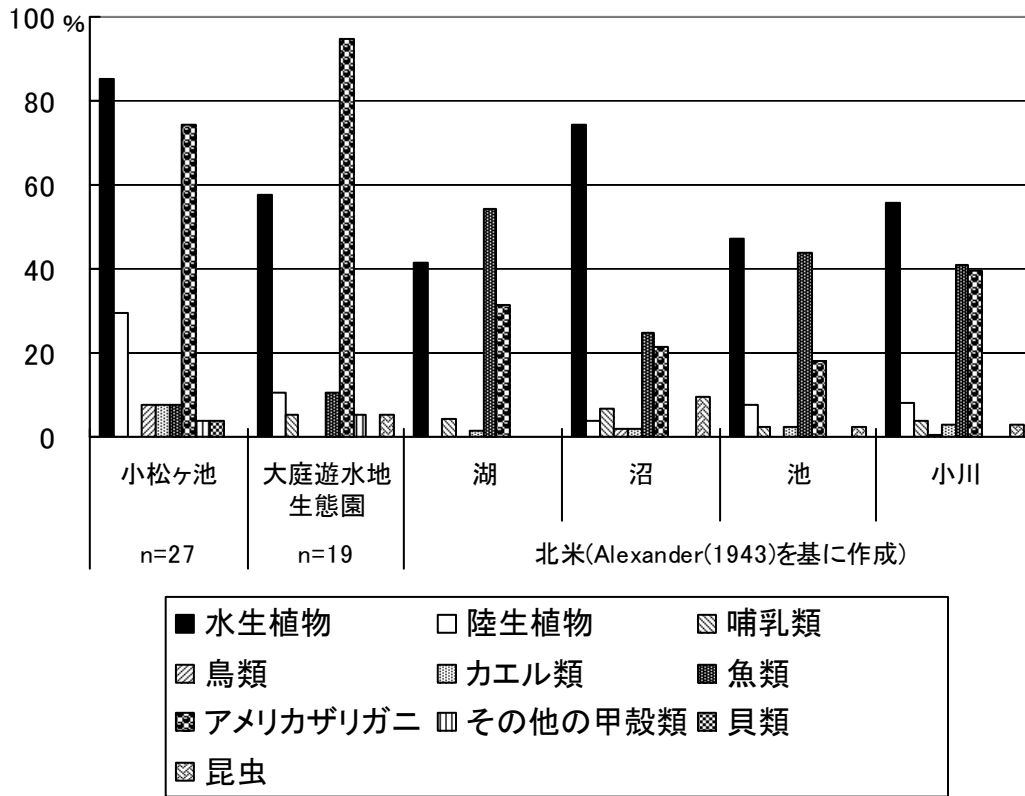


図-2.2.5 消化管内容物の出現頻度

2. 2. 5 考察

(1) 対象地におけるカメ類の種組成

両対象地において在来種と考えられるスッポン、ニホンイシガメの2種の個体数割合はいずれも合わせて3%程度であり、それを除く約97%の個体が人為による移入個体を起源とするカメ類という結果であった。2013年現在の全国的な調査によると、在来の淡水カメ類は全体の20%弱であり、本調査地に比べると高い割合が報告されている(公益財団法人日本自然保護協会 2014)。しかし、2.1に示した2007年～2008年にかけて行われた神奈川県東部の三浦半島での淡水カメ類の報告においては、在来カメ類は本研究と同様の3%程度であり、大都市郊近郊では外来のカメ類が卓越する傾向が示された。そのような地域で外来のカメ類の割合が高くなる理由としては、①放逐数が多いこと、②在来種よりも放逐された種の繁殖に適した環境であること、③在来のカメ類の生息に不適な環境であることが考えられる。

本調査地のカミツキガメの由来は、1960年代以降に愛玩用として店頭で販売されたものが主と考えられる。しかし、2000年からは動物愛護法による特定動物、2005年からは外来生物法による特定外来生物に選定され、現在では本種の新たな流通はないため、1960～1990年代に購入・飼育された個体あるいはその飼育下での繁殖による子孫が放逐されたものと考えられる。両対象地は、中心市街地からは距離があるものの、住宅団地が林立する市街地に隣接しており、ペットの潜在的な飼育者数は比較的多い地域に位置している。大庭遊水地生態園は1997年の整備以降の定着と考えられるが、小松ヶ

池は明治以前に築かれた農業用溜池であるため、古い時期に放逐された個体から数世代を経ている可能性もある。本種の幼体は他のカメ類と同様にサギ類やヘビ類等の様々な捕食者の餌資源となるが、成長個体の捕食者は原産地ではワニ等である（高橋 1997）ため、これら大型の捕食者が我が国では不在なことも、本種の定着を可能ならしめている理由と推察される。

本種の次に多かったクサガメは、湖から小規模な池まで、止水環境であればあらゆる立地に生息でき、我が国の止水域で最も普通な外来カメ類の一つである。ただし、両調査地ともカミツキガメの方が個体数割合は高く、この理由としては、①両対象地のように自然性の高い止水域は大都市近郊域では稀であり、飼育個体放逐の標的とされる割合が高いことが先ずあげられる。また、②カミツキガメは成長が早く産卵数が多いこと、③大型個体になると捕食者が不在となる等もその理由と考えられる。さらに、大庭遊水地生態園では、狭小な開放水面しかないことによるアカミミガメ等の遊泳を好むカメ類の少なさ（表-2.2.1）も関与している。

一方、在来のニホンイシガメやスッポンは、より広大な緑地と隣接した水辺環境を好む傾向がある。しかし両調査地ともそのような条件が満たされず、これら在来のカメ類の安定的な生息は困難な状況と推察される。なお、淡水性カメ類における生息上重要な資源として、食物、日光浴場所、産卵場所、潜伏・越冬場所が考えられる（高橋 1997, 内山ほか 2002）。両対象地とも水域の半分以上を占める抽水植物群落やヤナギ林、コンクリート化されていない土の岸辺の多さ等、緑地内の自然性は比較的高く、カミツキガメと在来カ

メ類との資源をめぐる競合が生じているとは現時点では考え難い。このため、在来カメ類の衰退と本種の優占には因果関係はなく、それぞれ別の要因による結果と考えられる。

(2) 個体群構造から見た防除活動の効果と課題

今回、数年間にわたるカゴ罠による誘因捕獲の結果、3年以上捕獲を継続すると1~2歳の個体のみとなり、大半の大型個体が捕獲されることが示された(図-2.2.3, 2.2.4)。しかしながら、若齢個体や孵化直後の未だ水域に進出していない個体の捕獲は困難であり、無捕獲が連続するような完全な根絶状態には至らなかった。

除去法($C_i = b(N - T_i)$ (N は推定総個体数, T_i は累積捕獲数, C_i はその時点の捕獲数, b は定数))(鷲谷ほか 2010)による個体数推計では、無捕獲状態にするには図-2.2.6, 2.2.7のように本捕獲方法でも捕獲可能な個体をさらに各10個体程度を継続して捕獲する必要がある。ただし、捕獲効率は生息密度の減少とともに急激に低下するため、全ての個体の捕獲にはより多くの期間を要する。しかしながら、この捕獲可能個体(すなわち繁殖可能な大型個体)がいない状態を、最後に孵化した個体の成熟年まで継続すれば、対象地における本種の新規の繁殖は起こらないことになる。本種はおおむね5歳齢前後で成熟する(多紀 2008)ため、理論上は無捕獲状態になった時点から新規の放逐を防ぎつつ5年程度捕獲圧を維持することで、防除は完了すると推察される。

(3) 本調査地における食性の特性

今回、多くの個体がアメリカザリガニ、水生植物（主にヨシ）を採食していた（図-2.2.5）。千葉県印旛沼でも同様に本種の食性はアメリカザリガニとヨシが特に多くの割合を占めていたこと、少数であるが大型個体によるアズマモグラ *Mogera imaizumii* やカイツブリ *Tachybaptus ruficollis* 等のほ乳類、鳥類の採食記録があったこと（辻井ほか 2012）も、本対象地と類似していた。原産地である北米では、水生植物は本結果と同様に多く採食していた一方、特に「池」では魚類を中心に採食しており、アメリカザリガニは必ずしも高い割合ではなかった（図-2.2.5）。このように植物質の餌資源は本来の生息地同様に高い頻度であったのに対し、動物質では水域の水生生物相に応じて、採食対象生物を変えていることが示された。アメリカザリガニは 1927 年の輸入開始以降（Kobayashi et al. 2006）、各地の水辺に普通に生息するが、特に両対象地ではその多数の生息が観察されている。すなわち、本種はアメリカザリガニを選択的に採食している訳ではなく、底生生物の強捕食者である本種が対象地で最も多く遭遇する水生生物として、アメリカザリガニの割合が高くなったものと考えられる。

本種が地域の水辺生態系に与える影響として、今回はゴイサギ、ニホンイタチの採食が確認できたものの、本種がこれらの野生動物を積極的に採食しているかは明らかでない。あるいは、衰弱個体または死亡して水中に浸かった遺体を、スカベンジ的に採食した可能性も否定できない。しかしながら、北米での鳥類とほ乳類の出現頻度と同程度なことから、被食個体の生死は不明であるが一定の割合

では乳類や鳥類を採食していることが示された。このことから、仮に生体を捕食しているのであれば特にニホンイタチのような都市近郊域で密度の低い種の地域個体群への影響が危惧される。

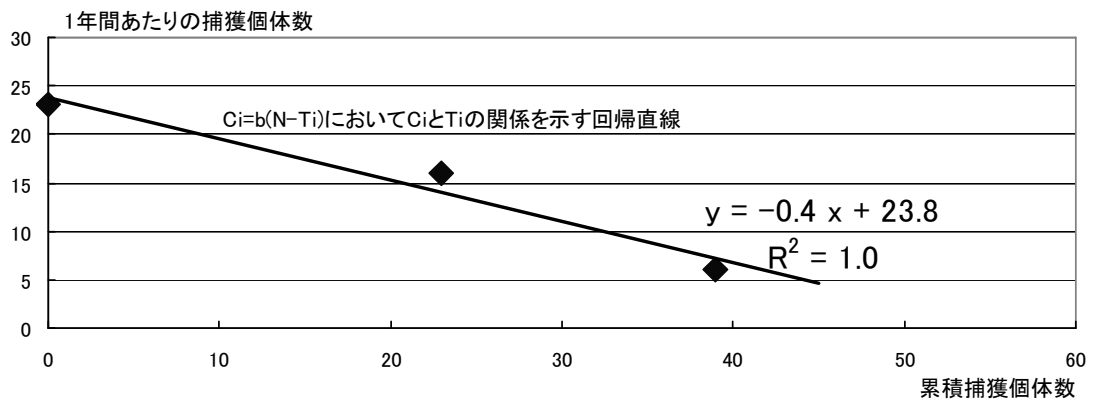


図-2.2.6 大庭遊水地生態園における除去法による生息数推計

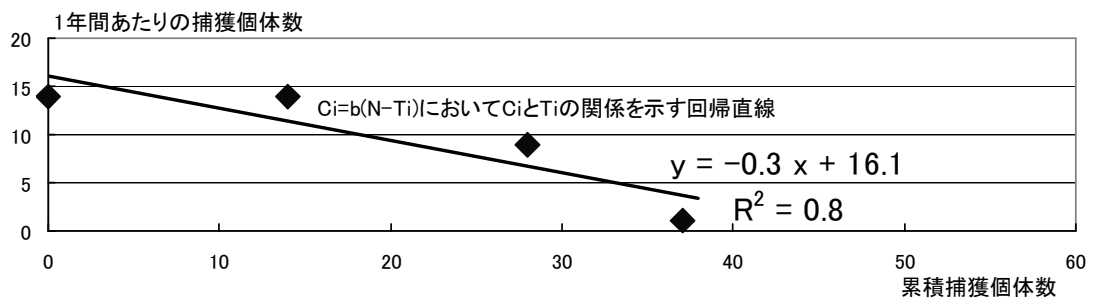


図-2.2.7 小松ヶ池における除去法による生息数推計

2. 2. 6 おわりに

今回、都市公園の自然性の高い止水域において淡水生カメ類の種組成を把握したところ、いずれも在来カメ類の割合は3%以下であり、その個体群は壊滅状態と言わざるを得ない状況であった。一方、カミツキガメは全体の40%以上を占めており、一旦侵入・定着すると、成体の捕食者の不在およびアメリカザリガニやヨシ等の枯渇しにくい餌資源の存在により、容易に増殖することが明らかにされた。

複数年にわたる捕獲作業により成体の多くは回収できたものの、幼体は本方法では完全な誘因捕獲が困難であり、依然として公園内に多数生息していると思われる。数年後には、それらの個体の成長・性成熟により、新たな繁殖が予想される。しかしながら、捕獲圧をかけ続けることで個体群として繁殖不能の状態を5年程度継続すれば、防除は可能であることも示された。本種による咬傷被害のリスクをなくすとともに、公園利用者が本来の在来カメ類と触れ合える水辺環境やその生物相の回復に向け、今後の各行政局の対応に期待したい。

2. 3 岐阜県恵那市の農村環境におけるニホンイシガメの行動圏

2. 3. 1 はじめに

生物は、種ごとに固有の行動圏を有しており（樋口ほか 1996）、生物多様性保全が喫緊の課題となっている今日、対象種の行動圏やそこに含まれる環境特性の把握は、その保全上重要な情報となる。特に我が国の陸生爬虫類では、行動圏の不明な種も少なくなく、その知見の蓄積が求められている。本研究では、日本固有のカメ類であるニホンイシガメ（イシガメ科、イシガメ属）を対象に行動圏の把握を試みた。

本種は本州・四国・九州に分布し、その分布域での陸生カメ類としては唯一の固有種である。しかし、近年は急激な減少が指摘され、幾つかの都道府県でレッドリストに掲載されている（内山 2005）。陸生カメ類についての特定地域での全個体数把握の例は稀であるが、三浦半島で行われた調査事例では、かつては多産していたものの、2000年代のカメ類全数捕獲調査で本種がわずかに数個体のみの捕獲にとどまったことが報告されている。本種の減少要因としては、河川改修や堰堤などの工事、道路脇の側溝等の移動阻害等が指摘されている（内山ほか 2002）。一方、本種の本来の生息域と考えられる低地から山地域の内、特に低地域では外来カメ類の放逐・定着が著しく、外来カメ類との資源をめぐる競争は現在のところ知られていないが、近縁のクサガメとの交雑による遺伝的攪乱が問題視されている（公益財団法人日本自然保護協会 2014）。

このような状況下において本種の保全を図る上では、その行動圏

の範囲やその中に含まれるハビタットの内容に関する知見が重要となる。カメ類の行動圏把握は、これまで標識再捕獲法によるもの (Szerlag-Egger et al. 2007), ラジオテレメトリー法によるもの (Harden et al. 2009) 等が主流である。一方、近年は大型生物への GPS 等を用いたバイオロギングによる行動圏や行動特性の把握が多く試みられるようになっており (日本バイオロギング研究会 2009), 遠隔でのデータロガーによる詳細な行動記録が得られるメリットがある。ニホンイシガメの行動特性に関する既往研究としては、標識再捕獲法 (矢部 1999), ラジオテレメトリー法 (Yabe 1992, 矢部 1992) による報告があるが、GPS ロガーを用いた研究は行われていない。

以上より、本研究では GPS ロガーを用いて農村環境におけるニホンイシガメの行動圏及びそのハビタットの構成を明らかにすることを目的とした。

2. 3. 2 調査方法

調査地域は本州中部地方の岐阜県恵那市大井町(北緯 35 度 46 分, 東経 137 度 43 分)の標高約 320 m の中山間地域とした(図-2.3.1)。水田・ため池・樹林地等が混在する農村で, 純農村的な景観が維持されている, 水辺の護岸整備がほとんどなくイシガメの移動障害が生じてない, 外来カメ類が生息せずその影響がない, 等の条件を満たすため本来の行動生態が期待できることが選定理由である。

調査は, 初期捕獲, GPS ロガーの装着, 放逐, 一定期間後の再捕獲による GPS ロガーの回収, ロガーデータ解析の手順で行った。初期捕獲は 2013 年の 5 月 27~29 日, 6 月 23~25 日, 7 月 30~8 月 1 日の計 3 回実施し, 調査地域内の 2 か所のため池(面積約 2,300 m², 1,200 m²)で実施した。それぞれ, 魚のアラを誘因餌としたカニ籠を 8 基 2 昼夜設置し, 毎日捕獲確認を行った。捕獲個体は, 甲長, 生重, 齡, 雌雄を記録した。再捕獲調査は, 6~8 月の 2 回は初期捕獲調査と兼ねて実施し, 加えて 9 月 24~26 日, 2014 年 5 月 26~28 日に実施した。捕獲個体の中から負担がより少なくなる生重 500g 以上の大型個体 20 個体を任意に抽出し, GPS ロガーの装着個体とした。装着・非装着個体とも, 縁甲板に穴あけによるマーキングを行い, 捕獲地点で放逐した。

GPS ロガーは MobileActionTechnology 社製 GT600 (46 mm × 41.5 mm × 14 mm, 重さ 37 g) を用い, 粘着テープ, プラ板, チャック付きビニール袋, ビニール針金で背甲の後方に固定した(図-2.3.2)。カメとの接着面は細いビニール針金のみであり, 再捕獲できなくともいずれ腐植して脱落するものである。GPS 位置情報の記

録間隔は1時間に設定し、記録可能期間は内蔵電池に対する消費電力量によるため水深の深い場所、樹冠層の厚い場所等、衛星からの電波が届きにくい場所ではより早く電池が消耗するが、理論上は60日可能である。再捕獲できた場合は、GPSロガーを回収後、パソコンに接続してGoogleEarth上での移動軌跡、及びCSVファイルとして座標と時刻の記録を読み取った。そして、その記録を基に、経時的積算移動距離及び日中／夜間の移動距離割合を算出した。

また、対象地域の土地利用状況を把握するため、対象とした2つのため池の最短線上の midpoint から半径1 kmの円の範囲で、2004年撮影の国土地理院空中写真より水田（畦・休耕田を含む）・ため池・乾性草地（畑地を含む）・樹林地・宅地の構成割合を求めた。合わせて、記録されたGPSロガーの位置情報より、移動軌跡（記録地点を時系列的に直線で結んだもの）及び最大行動範囲（最も面積が広がるよう最外縁の記録地点を直線で結んだもの）を求め、それぞれ移動軌跡上及び最大行動範囲内の土地利用割合を算出した。



図-2.3.1 調査対象地の土地利用および景観

近代的圃場整備のない水田，樹林，溜池が組み合わさって存在し，かつそれらが舗装道路やコンクリート側溝で遮断されない状態で連続している



図-2.3.2 GPSを取り付けた個体

2. 3. 3. 調査結果

初期調査の結果，5月に15個体，6月に8個体，7月に10個体の計33個体のイシガメが捕獲された（表-2.3.1，図-2.3.3）。背甲長はオスで90～137，平均113 mm（n=8），メスで66～190，平均157 mm（n=25）であった。生重は，オスは201～300 gに，メスは801～900 gの階級にピークが認められた。GPS ロガーはメス20個体に装着し，装着個体の平均生重は766 g（n=20）であった。いずれも，GPS ロガーの重さは生重の10%以内に収まっており，行動への影響は少ないと推察される。

GPS ロガー装着個体の再捕獲は計5個体であり，回収率は25%であった。ロガー記録の日数は21～64日であり，平均37.6日（n=5）であった（表-2.3.2）。移動軌跡延長は1,448～3,081 m，平均は2,486 m（n=5）であり，移動軌跡における日平均の移動距離は82 mと算出された。行動軌跡の日積算距離では，ほとんど移動しない日が全体に多く，個体Cをはじめ10～15日間ほとんど移動が無かった個体もいた（図-2.3.4）。一方で個体B，C，Dのように1日に500 m以上，最大で700 m/日以上での移動例も認められた。また，最大行動範囲は37,338～61,647 m²，平均45,303 m²（n=5）であり，背甲長との間には強い相関は認められなかった（ピアソンの相関係数： $r=0.53$ ）。移動距離の日中/夜間別の比較では，日中が60～93%，平均76%（n=5），夜間が6～39%，平均23%であり，全般的に日中の方が活発に移動しており，夜間は若干の移動に留まっていた（図-2.3.5）。

土地利用との関係では，各個体の行動軌跡上における土地利用割

合は、水田が 7～72%で平均 33%(n=5)、溜池が 1～31%で平均 15%、樹林地が 11～92%で平均 50%であり、宅地は平均 1%以下であった(図-2.3.6,図-2.3.7,図-2.3.8)。個体による個性が認められ、特に個体 C は樹林地内の移動が大半を占めており、個体 E では水田内の移動が多くなっていた。各個体の最大行動範囲内の土地利用割合では、水田が 17～72%で平均 39% (n=5)、溜め池が 3～10%で平均 7%、樹林地が 15～79%で平均 51%であり、宅地はいずれも 3%以下であった。行動軌跡と同様に個体による個性が認められ、個体 C では樹林地が、個体 E では水田の占める割合がそれぞれ高くなっていた。溜め池周囲 1 km 以内の土地利用割合と比較すると、水田と樹林地はほぼ同程度の割合であるのに対し、最大行動範囲内の方が溜め池の割合がより高く、宅地で低い割合となっていた。

表-2.3.1 捕獲個体

性別	背甲長	生重	齢	捕獲月	GPS装着	GPS回収
f	66	39	2	5		
m	93	159	4	5		
f	93	160	4	5		
m	121	261	5	5		
m	129	272	7	5		
m	137	401	高齡	5		
f	151	530	8	5	1	
f	156	681	12	5	1	
f	159	679	11	5	1	
f	165	686	12	5	1	1
f	162	670	13	5	1	
f	172	762	15	5	1	
f	177	810	16	5	1	1
f	179	814	16	5	1	
f	179	712	12	5	1	
f	183	897	高齡	6	1	1
f	70	56	3	6		
m	115	240	5	6		
f	155	598	11	6	1	
f	162	628	10	6	1	
f	170	725	14	6	1	
f	180	783	14	6	1	
f	181	894	16	6	1	
f	80	88	3	7		
m	90	163	4	7		
m	100	179	4	7		
m	120	278	8	7		
f	150	498	5	7		
f	181	860	18	7	1	1
f	189	882	18	7	1	
f	190	910	高齡	7	1	1
f	190	921	高齡	7	1	
f	178	889	14	7	1	

※背甲板の成長線が摩耗によって消えている個体は「高齡」とした。

表-2.3.2 ロガー回収個体

個体	性別	背甲長(mm)	重量(g)	ログ開始	ログ終了	ログ日数	行動圏(m ²)	総移動距離(m)
A	メス	183	897	2013/5/29	2013/6/25	28	54,239	3,081
B	メス	165	686	2013/6/25	2013/8/27	64	37,895	2,547
C	メス	177	810	2013/5/29	2013/6/25	27	35,397	2,321
D	メス	190	910	2013/8/28	2013/9/17	21	61,647	3,035
E	メス	189	882	2013/8/1	2013/9/17	48	37,338	1,448

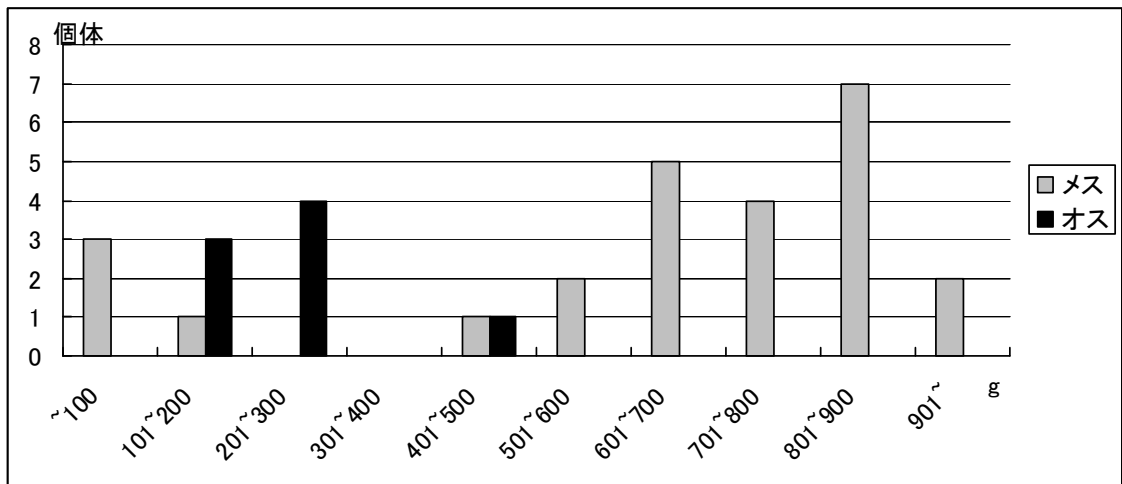


図-2.3.3 捕獲個体の生重

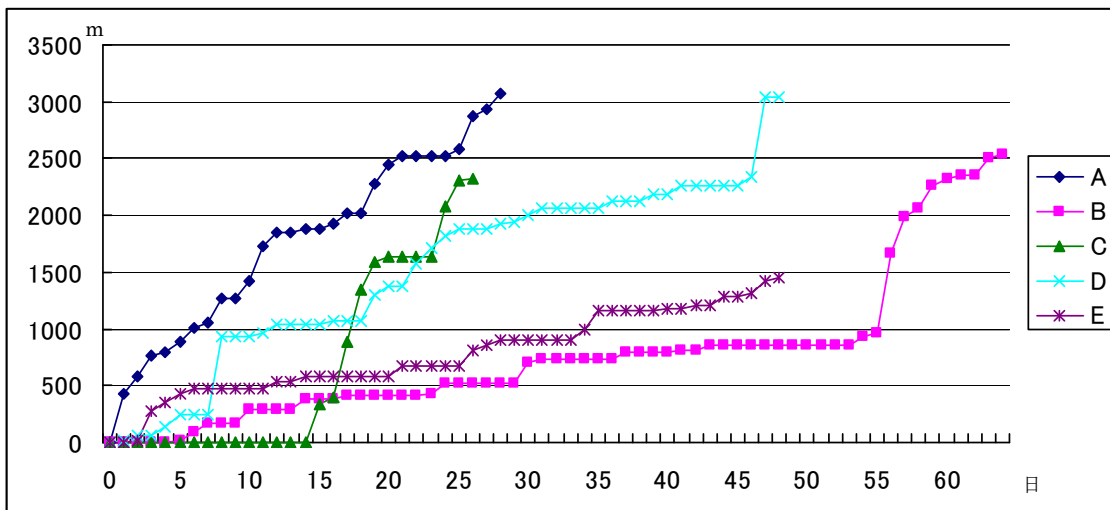


図-2.3.4 日付別積算移動距離

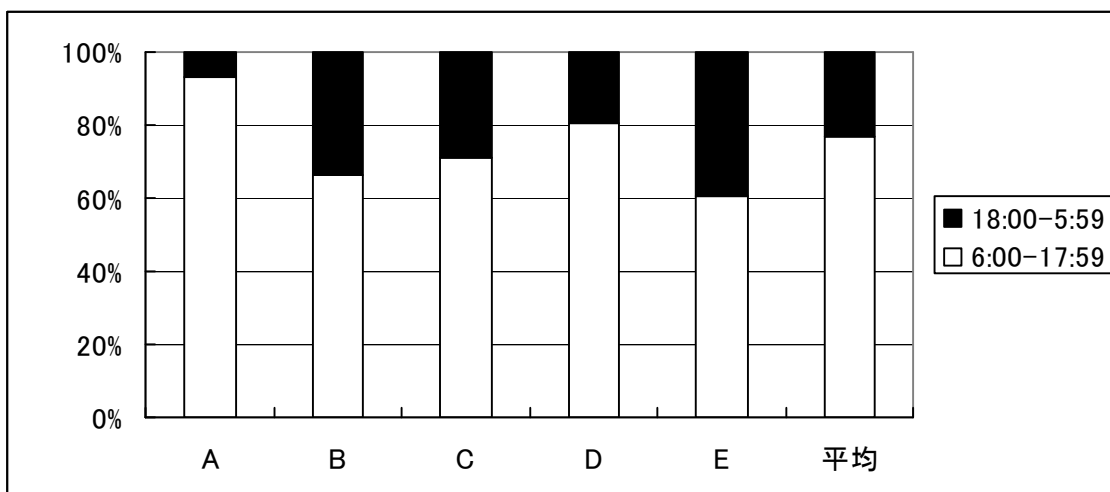


図-2.3.5 日中および夜間の移動距離割合

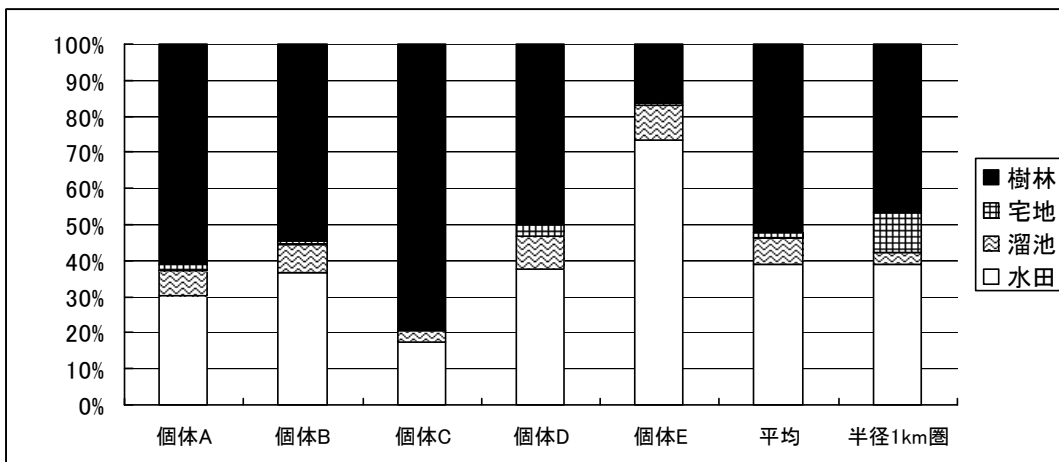


図-2.3.6 最大行動範囲内の土地利用割合

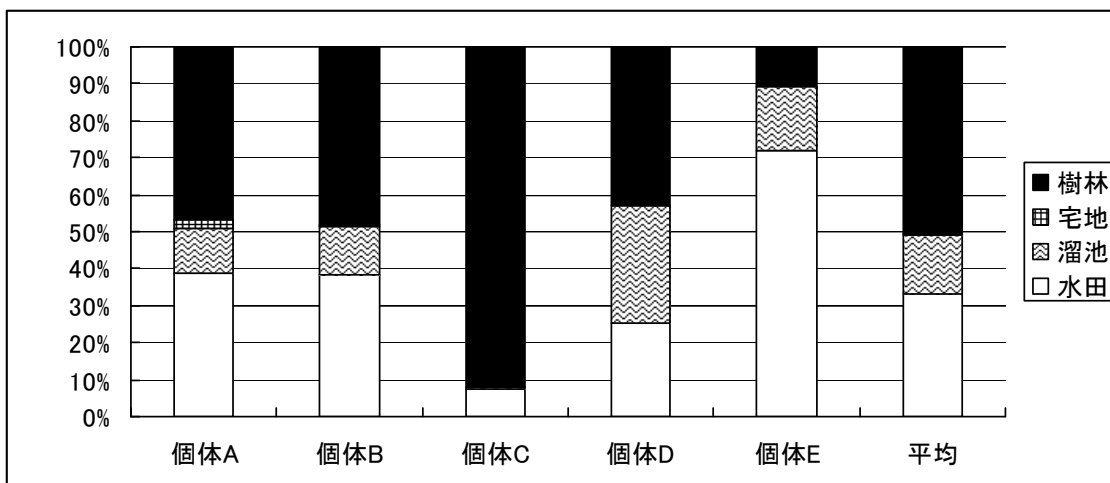


図-2.3.7 行動軌跡上における土地利用割合

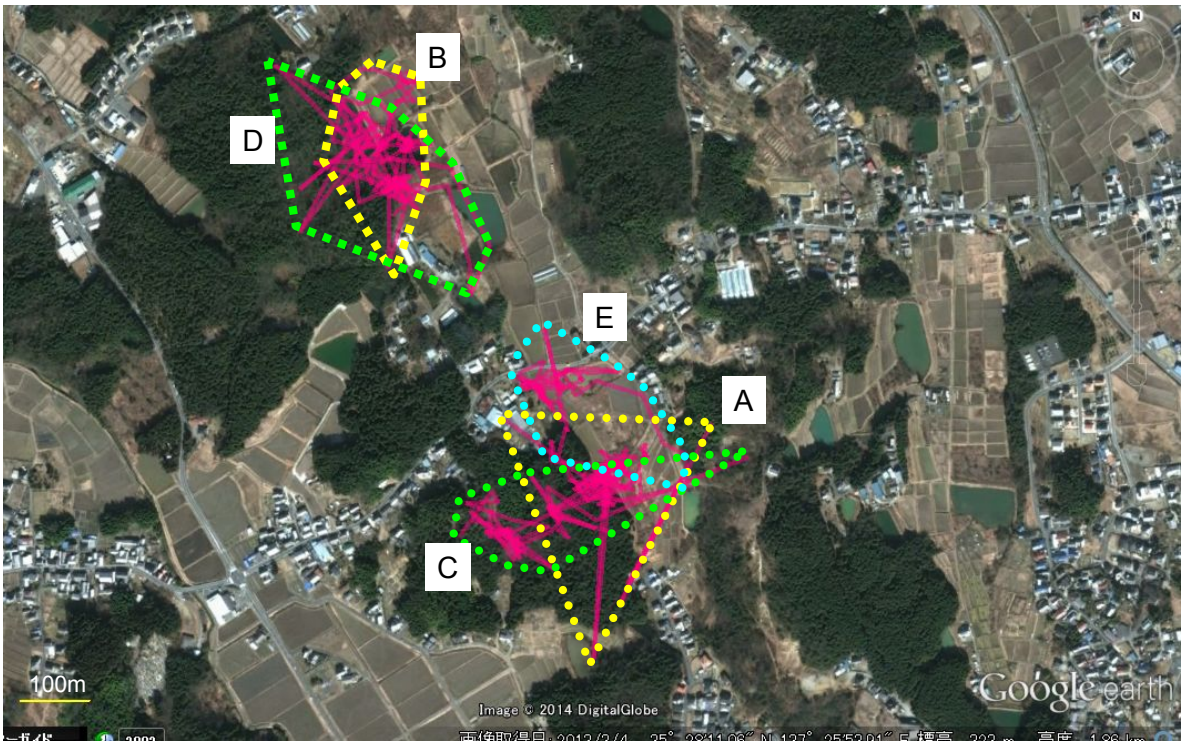


図-2.3.8 行動軌跡および最大行動範囲

2. 3. 4 考察

推定 12 歳以上のメス個体について、平均 37.6 日間の位置情報を得ることができた。本種は、活動期である夏季を中心に特定の行動圏を持つとされる（矢部 1992）が、本研究でもそれを支持する結果であった。すなわち、いずれも最大行動範囲は溜池を中心として周囲の水田、樹林地等に及びつつも一定の範囲におさまっており、特定の行動圏内で生活していると考えられたためである。その範囲は平均 4.5 ± 0.5 ha（ $n=5$ ）であった。この値は、ラジオテレメトリーを用いた調査報告（矢部 1992）におけるメス成体の平均 0.4 ha に対し 10 倍以上の大きい値であった。ラジオテレメトリーでは調査者が傍で電波受信できた位置のみしか記録されないのに対し、本手法の GPS ロガーでは連続的に行動軌跡が記録されるため、より実態に即した行動圏が把握できたものと考えられる。行動の制約がほとんどない本調査地での平均 4.5 ha という値は、イシガメ本来の行動圏の広さを表していると考えられ、本種が広範な範囲を生息上必要としていることが明らかになった。すなわち、都市化による緑地の減少、あるいは農村域でも道路・コンクリート用水路等の線状構造物による分断の影響を本種は受けやすいことが示唆された。ニセチズガメ *Graptemys pseudogeographica* およびアカミミガメ *Trachemys scripta* では、河川等を約 450 m の範囲内で主に行動していること、トウブドロガメ *Kinosternon subrubrum* では池を中心に約 50～120 m の範囲内で主に行動しているとされている（Bodie et al. 1999, Harden et al. 2009）。本研究では、全ての個体が池から 200 m 離れた地点でも確認されており、既知の他の淡水

生カメ類よりもより陸域の要求量が強いと思われる。

一方、移動特性として、一地点に何日も留まる傾向があり、夜間よりも日中に移動していること、平均すると1日約80 m程度移動することが示され、本種は比較的活発に行動圏の中を行き来していることも明らかになった。最大行動範囲および行動軌跡上の土地利用割合（図-2.3.6、図-2.3.7）から明らかのように、本種は地域に賦存する土地利用をまんべんなく利用していた。ただし、対象地域自体の土地利用割合との比較から溜め池をやや選好し、宅地を忌避している傾向が認められた。本対象地域は水田と樹林地が卓越しており（図-2.3.6）、両方の土地利用での活動の割合が高くなっていた。一般に本種は、採集方法等からも水辺の生物と認識されているが、樹林地も普通にハビタットとして利用していた。樹林地での活動が本種の生活上必須かどうかは明らかではないが、水田や溜め池といった水域のみならず樹林地でも普通に活動していることが示された。

課題としては、今回個体への負荷を考慮してGPSを装着できたのが大型のメス個体のみであり、小型個体やオス個体の移動特性は把握できなかったこと、確認されたのは移動軌跡およびその滞在時間であり、実際に個体が樹林地等の陸域でどのような活動をしていたかは把握できていないこと、本種の移動欲求は水辺と樹林地など必要な土地利用によるものか、面積によるものかが明らかになっていないことである。

2. 4 小括

都市近郊域の特徴を備えた地域である三浦半島において淡水生カメ類の種組成と生息環境の関係を明らかにし、その要因を考察した。2007～08年の調査により19箇所で4科8種、計324個体を確認した。外来種のアカミミガメが54.9%と半数以上を占め、当地で唯一のニホンイシガメは2.5%と極めて少なかった。水域の人工護岸や抽水植物群落の有無によってカメ類の多様性が規定され、緑地と水域との生態的な連続性の確保が重要であることが示された。

さらに都市近郊域では外来種が極めて多くを占めることから、神奈川県内の2つの水辺公園におけるカミツキガメの定着要因と防除活動の成果をまとめた。2008～12年にわたるカゴ罠での捕獲作業により成体の多くは捕獲できたものの、幼体の完全な捕獲が困難であった。このため、数年後にはそれらの若齢個体の成長・性成熟により、新たな繁殖が予想された。しかしながら、無捕獲状態となるまで捕獲圧を性成熟必要年数（本種の場合、5年以上）継続することで、理論上は個体群として繁殖ができない状態にできることが示された。

本州・四国・九州で唯一の固有種であり多くの地域で絶滅危惧種に指定されているニホンイシガメの保全を図る上では、その行動圏の範囲やその中に含まれるハビタットの内容に関する知見が重要となるが、同様の知見の蓄積はこれまでほとんどなされてこなかった。そこで、伝統的な農村環境である岐阜県恵那市において本種にGPSロガーを装着させることで行動圏及びそのハビタットの構成を調査

した。計 5 個体から平均 38 日分の情報が得られ、平均 4.5 ha の広範囲を生息上必要としていることが明らかになった。ニホンイシガメは、その捕獲方法や観察例からも、水域に執着する生物として知られているが、実際は行動軌跡上の土地利用割合から、陸域の緑地の重要性が明らかとなった。溜め池をやや選好し、宅地を忌避している傾向が認められ、水田や溜め池といった水域のみならず本種のハビタットとして樹林地の重要性が示唆された。

第3章 カエル類を指標とした緑地環境の保全に関する研究

3.1 木曾川河口域の干拓地におけるカエル類の分布

3.1.1 はじめに

カエル類は幼生期を水中、成体期を陸上で生活するものが多く、生息に適した水域・陸域環境が必要である。我が国のカエル類、とりわけ沖積湿地で生息する種の多くは、稲作農耕文化の伝来以来、水田を中心とする農村環境に依存し生息してきた。現在、農業形態の変化や市街化などによる水田の減少により、各地でカエル類の個体群の減少・消滅が報告されている（長谷川ほか 2000）。カエル相と景観構造との対応に関する既往研究は、谷津田（大澤ほか 2003a, 2008）、棚田（大澤ほか 2005a, 2006）、扇状地水田（大澤ほか 2001, 2003b）、平野水田（大澤ほか 2005c）で報告されている。一方で我が国は、干拓による大規模な水田開発を行ってきた歴史も有している。この干拓地水田は、沖積地の水田のような代替的な湿地ではなく、完全な人為創出空間としての水田である。このような新たな水田環境の創造地におけるカエル類の分布動態を把握することは、大規模区画化される農業環境の生物多様性保全に重要な情報を提供する。なお、干拓地のカエル類の分布に関しては、河北潟での断片的な報告に限られている（川原ほか 1999）。

そこで本研究では、江戸時代中期から昭和中期まで段階的に干拓が進んだ木曾川河口域において、カエル類の生息分布の傾向を明らかにすることを目的とした。さらに、その分布を規定している要因

について考察を加えた。

3. 1. 2 調査対象地および方法

対象地域とした愛知県および三重県の木曾川河口域の干拓地は、ほぼ海拔 0 m 地帯であり、排水機により排水されている。木曾川デルタが作り出す広大な遠浅海岸は、1600 年代から 1980 年代まで北部から段階的に干拓されてきた（建設省中部地方建設局木曾川上流工事事務所 1976）。現在、干拓地は旧海岸線から約 10 km 海側に進出している。過去に洪水等で一部もしくは全域水没したことが何度かあり、直近では 1959 年の伊勢湾台風が挙げられる。この伊勢湾台風の復旧工事に伴い全面的に圃場整備が進み、ほぼ現在の景観が形成された（尾留川 1969）。

干拓地は主要道に沿って帯状に市街化が進んだが、残りの大半は水田を中心とする農地である。圃場整備が進んだ集約的な農業が行われ、パイプラインの導水路、コンクリート垂直護岸の排水路が完備されている。一部の水田は麦・大豆畑に転換されているが、休耕田はほとんど見られない。また、歴史性から、干拓地には本来の樹林地は存在しておらず、樹木は集落の周辺等、人が意図的に盛り土した面にとどまっている。この地域には、水害に備え水田地帯を取り囲むように盛り土をした輪中と呼ばれる伝統的な環状集落が発達しており、現在でもその景観を残している。

旧海岸線から干拓地にかけてのカエル類の進出状況の傾向を把握するため、木曾川に平行してベルト・トランセクトを地図上に引き（図-3.1.1）、在来種のカエル類の生息の有無および生息量の多寡について調査を行った。最基部は干拓されていない本来の海岸線より数 km 内陸に置き、最端部は最近干拓された土地として、それぞれ

1 km 間隔で調査地点を設置した。ベルトは長良川に挟まれた長良川の右岸側に 1 本 (Line A; 10 km), それと平行するように木曾川左岸側に 2 本 (Line B; 9 km, Line C; 11 km) を設定した。これらは非干拓地部分 (ベルトの基部) も含め, 海拔 0 m 以下地帯である。ただし, 旧輪中の堤は海拔 1 m 程度となっている場所も存在した。なお, 各トランセクトの最も海寄り, すなわち干拓地の先端部は工業用地 (Line C) やレジャー施設用地 (Line A), および干拓地整備中のイネ科高茎植物群落 (Line B) となっており, 調査対象から除外した。

各トランセクト上において, 概ね 1 km 間隔になるように, 水田がまとまって存在する箇所を任意に設定し, 調査地点とした。調査は, この調査地点におけるラインセンサス調査および鳴き声調査によるカエル類の生息の有無および生息量の把握とした。センサスルートは, 水田に面した畔・草地・道路・水路などの要素を入れ, おおむね 10 分で踏査できる距離となるよう設定した。ラインセンサス調査は, カエル類の量的把握に適した初夏 (大澤ほか 2008) に 2 回行い, 2009 年 5 月 20~22 日, 6 月 24~26 日に実施した。日中 (9 時~17 時) に各調査地点のセンサスラインを踏査し, 10 分間での目視個体を計測した。鳴き声調査は, 夜間 (19~0 時) に各調査地点で 5 分間留まり, 種毎のコーラスの重複度合い (少数単発, 複数不連続, 多数連続の 3 区分) を記録し, 生息量の指標として用いた。これはラインセンサス調査と同日に実施した。また, 同年 7 月 (21~22 日) にも補足調査を行い, 5 月 6 月の未確認の調査地点での日中の踏査, 夜間の鳴き声調査により, 生息確認に努めた。なお,

同年 1 月には、当該地域における冬期の水域形成状況の確認を行った。

木曾川河口干拓地の水田の構造は、基本的にはパイプラインによる給水であり、旧輪中単位で水田群の周囲に排水路（深いコンクリート垂直護岸）が設けられている（図-3.1.2）。水田間の畔はコンクリート製の仕切がほとんどで、土畔は極めて稀であった。これは、非干拓地の地点（各ベルトの基部：図-3.1.1 参照）も同様であった。このため、草地は水田と排水路・道路の間の法面（図-3.1.2：A）に限られて存在しており、道路側法面草地の存在量が多かった（道路側法面の平均勾配 20.5°，平均幅 125.5 cm，n=29）。法面草地以外の緑地要素として、各調査地点周辺の転作畑，休耕田，灌木林（土地利用上の余白地の藪・灌木群および集落の庭木群等），沼の有無を記録した。また、当該地区は金魚の養殖が盛んであり、その養殖池（基本的には全面コンクリート張り）の有無も記録した。さらに、各調査時には、水入れ，中干し時期の把握にも努めた。

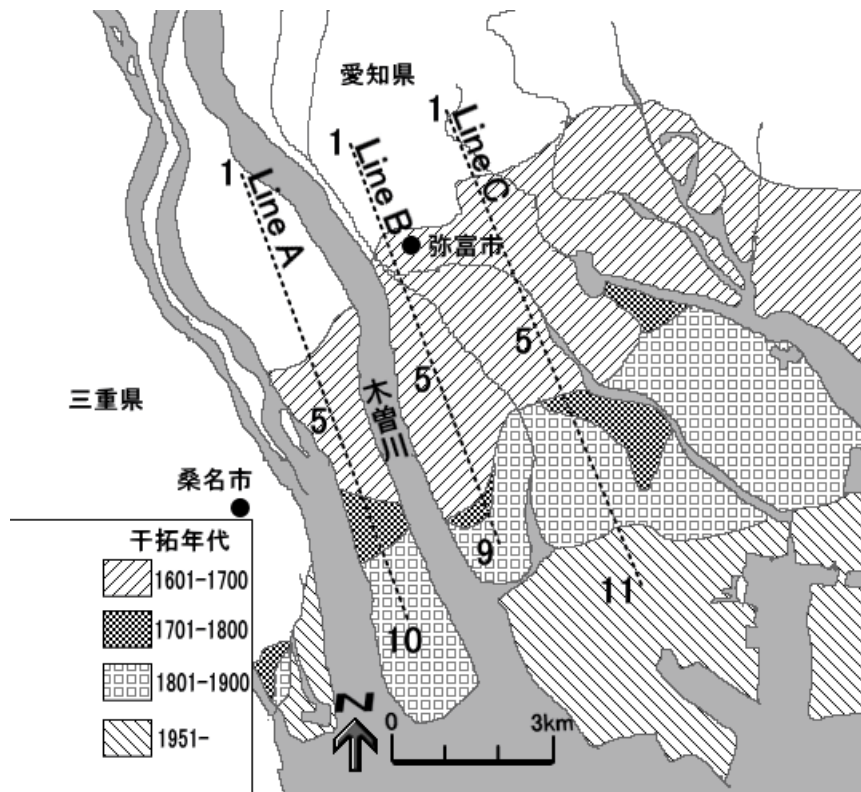


図-3.1.1 ベルト・トランセクト設定位置および干拓状況
 * 干拓年代は、建設省中部地方建設局木曾川上流工事事務所（1976）を基に作成。
 * 1901～1950年の干拓地はこの調査範囲の中には含まれない。

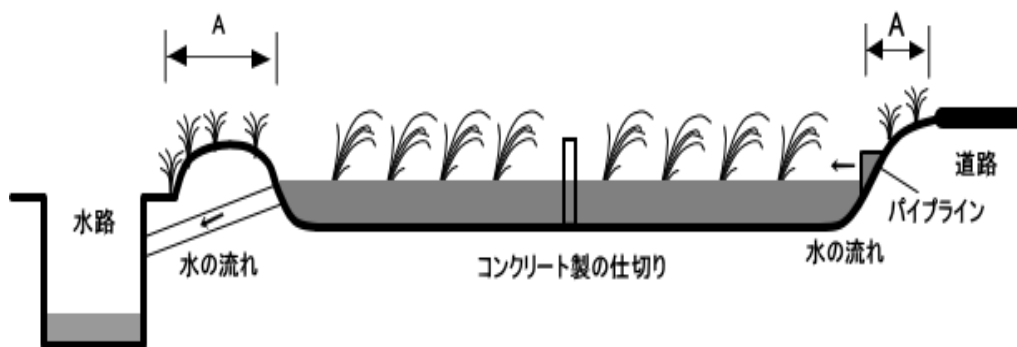


図-3.1.2 木曾川河口部の水田形態の模式図

3. 1. 3 調査結果

本調査により, 2科6種の在来のカエル類が確認された(表-3.1.1, 図-3.1.3)。センサス調査による確認個体数および鳴き声調査によるコーラスの重複程度の状況は, 表-3.1.2に示すとおりである。

ニホンアマガエル *Hyla japonica* およびヌマガエル *Fejervarya kawamurai* は, 最も新しい年代に干拓された水田を含め, 調査地点すべてで確認された。両種とも, 目視による個体数計測では数個体から数十あるいは数百個体とばらつきがみられるものの, ほとんどの地点で目視個体が認められた。一方, 鳴き声による生息量の計測ではいずれの地点でも高密度とする記録が得られた。

ニホンアカガエル *Rana japonica* は1地点 (Line B の地点 5) でのみ少数 (2個体) が確認された。この地点は, 海拔約 1 m の地点で, 旧輪中の堤上の灌木林と隣接していた。

トノサマガエル *Pelophylax nigromaculatus* は非干拓地で4地点, 初期の干拓地 (1601~1700年) で5地点, 合計9地点で生息が確認された。1700年代以降に干拓された場所の地点では確認されなかった。本種はいずれの地点でも1~8個体と少数の目視確認にとどまった。また, 鳴き声調査では, ほとんど確認されなかった。ベルト別では, Line A での確認が最基部の地点1のみと稀であった。なお, 確認された地点はいずれも灌木林のある環境であった。

ダルマガエル *Pelophylax porosus* は非干拓地で2地点, 干拓地で11地点の計13地点で生息が確認された。干拓地の干拓時期別では, 1600年代が7地点, 1700年代が1地点, 1800年代が2地点, 1950年代が1地点と, いずれの年代の干拓地でも確認された。しかし,

それぞれ 1～9 個体と少数の確認にとどまった。鳴き声調査での生息量指標は比較的高く，鳴き声調査のみの確認も 5 地点で認められた。ライン別では，Line A, B では先端寄り，Line C では基部寄りで生息が認められたが，干拓地最先端の地点 11 でも飛び地的に確認されている。なお，トノサマガエルおよびダルマガエルが同所的に確認された Line C では，交雑個体と思われる 2 種の特徴を備えた個体も 5 地点で見つかった。また，2 種が同所的に確認できなかった他のベルトでも，交雑個体の可能性がある個体が確認されている。両種の交雑個体には，メスに妊性があり，種間交雑や交雑によって遺伝子浸透が起こることがわかっており（上田 1994），本調査では体形や斑紋等の形態的な特徴から両種の中間的なタイプの個体を交雑個体として扱った。

1 月の調査時には，ごく稀なパイプラインの漏水による小規模な水域形成以外は，当該地域における水田面での水域の形成はほとんど認められなかった（ただし排水路と養殖池は水域を有する）。5 月の調査時には，ほとんどの水田で水入れや田植えの作業中であり，また地域の郷土資料館へのヒアリングでも，当該地域の栽培品種・栽培型は基本的に一律で，現在は 5 月上～中旬に水入れ・田植えが行われることが判明した。7 月の調査時には，いずれの調査地点でも中干しは確認されなかった。法面草地以外の緑地要素として，灌木林と転作畑は，Line A の基部を除き多くの地点で認められたが，休耕田は存在しなかった。沼は 1 地点のみで，養殖池は特に Line C に広く分布していた。なお，干拓地・非干拓地とも水田は砂質の土壌であり，表層部の土壌は同質と判断された。

表-3.1.1 カエル類の確認状況および緑地要素の分布状況

	トノサマ ガエル	トノサマ× ダルマ	ダルマ ガエル	ニホンア ガエル	ヌマガ エル	ニホンア カガエル	干拓年代	転換 畑	灌木 林	養殖 池	沼
Line A											
1	●			○	○		非干拓地		○	○	
2				○	○		非干拓地	○		○	
3				○	○		非干拓地				
4				○	○		非干拓地				
5				○	○		1601-1700	○		○	
6			○	○	○		1601-1700	○	○	○	
7				○	○		1601-1700	○			
8			○	○	○		1701-1800	○	○		
9			○	○	○		1801-1900	○	○		
10			○	○	○		1801-1900	○	○		
Line B											
1	○			○	○		非干拓地	○	○		
2	○			○	○		非干拓地		○		
3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4				○	○		1601-1700	○			
5	●			○	○	○	1601-1700	○	○		
6			○	○	○		1601-1700		○		
7			○	○	○		1601-1700	○	○		
8			○	○	○		1601-1700	○	○		
9				○	○		1801-1900	○	○		
Line C											
1		○	○	○	○		非干拓地		○	○	○
2	○	○	○	○	○		非干拓地	○	○		
3	○		○	○	○		1601-1700	○	○	○	
4	○	○		○	○		1601-1700	○	○	○	
5	○	○	○	○	○		1601-1700	○	○		
6	●	○	○	○	○		1601-1700	○	○	○	
7				○	○		1601-1700	○	○		
8				○	○		1801-1900	○	○	○	
9				○	○		1801-1900	○	○	○	
10				○	○		1801-1900	○	○		
11			○	○	○		1951-	○	○		

※●：7月の補足調査時のみの確認。

※トノサマ×ダルマ：交雑個体と思われるトノサマガエルとダルマガエルの特徴を持った個体。

※左欄の1～11は図-3.1.1のベルトの番号向きに対応する。

※Line Bの地点3は，市街地の土地利用が卓越するため調査対象から除外した。

表-3.1.2 トランセクト調査および鳴き声調査の結果

ニホンアマガエル

	LineA				LineB				LineC			
	5月		6月		5月		6月		5月		6月	
	日中	夜間	日中	夜間	日中	夜間	日中	夜間	日中	夜間	日中	夜間
1	+++	26	+++		+++	13	+++		+++	8	++	
2	+++	7	+++		+++	11	+++		+++	1	+++	
3	1	+++	33	+++	-	-	-	-	+++	13	+++	
4	+++	1	+++		+++	3	+++		+++	5	+++	
5	+++	5	+++		+++	28	+++		+++	5	+++	
6	+++	7	+++		+++	4	+++		+++	5	+++	
7	+++	1	+++		+++		+++		+++	2	+++	
8	+++	33	+++		+++	2	+++		+++	13	+++	
9	+++	27	+++		++	13	+++		+++	7	+++	
10	1	+++	12	+++					+++		+++	
11									+++	11	+++	

ヌマガエル

1		1	+++	3	++	5	+++	4	+++		++	
2		+	19	+++	1	+	7	+++	8	+++	282	+++
3			12	+++	-	-	-	-	3		2	+++
4		+	1	+++	3	++	7	+++	4	+++	13	+++
5	14	+		+++		+	1	+++	8	++	9	+++
6	2	++	4	+++	4	++	3	+++		++	3	+++
7	2	++	43	+++		+++	3	+++	1	++	5	+++
8		++	3	+++	1	+		+++		+++	28	++
9	4	+++	5	+++		+	2	+++	2	+++	5	+++
10	3	+++	6	+++					1	+++	5	+++
11										+++	7	+++

トノサマガエル

1					1		8					
2					1		8		1			
3					-	-	-	-			5	
4										+	1	
5										+		
6												
7												
8												
9												
10												
11												

表-3.1.2 つづき

ダルマガエル												
1								1	++	9	+++	
2											+++	
3				-	-	-	-				++	
4												
5								1	++	2	+++	
6			1	++			++			1	++	
7							++				+++	
8			1				3	+++	1		+++	
9				++							++	
10	1	++	7	++								
11										+++	6	++

ニホンアカガエル											
1											
2											
3				-	-	-	-				
4											
5										2	
6											
7											
8											
9											
10											
11											

※日中の数値はセンサス調査による計測個体数である。

※夜間のコーラスの重複度合い（少数単発:+,複数不連続:++,多数連続:+++）

※左欄の1～11は図-3.1.1のベルトの番号向きに対応する。



ニホンアマガエル
Hyla japonica



ヌマガエル
Fejervarya kawamurai



トノサマガエル
Pelophylax nigromaculatus



ダルマガエル
Pelophylax porosus



ニホンアカガエル
Rana japonica



調査対象地の水田景観

図-3.1.3 生息が確認されたカエル類

3. 1. 4 考察

カエル類のベルト・トランセクト調査では，厳密には分布とその規定要因との詳細な因果関係の解析は困難であるものの，分布傾向の把握による規定要素の絞り込みやその推量は可能である（大澤ほか 2003b）。今回 5 種のカエル類の分布状況から，干拓地の水田環境でもその生息が可能であることが確認された。ただし，木曾川流域の低標高地に分布するアズマヒキガエル *Bufo japonicus formosus*，ヤマアカガエル *Rana ornativentris*，ツチガエル *Glandirana rugosa*，シュレーゲルアオガエル *Rhacophorus schlegelii* は，今回確認することができなかった。これらは，干拓地や河口域の大規模な水田地帯への進出ができなかった種と考えられる。樹林性のヤマアカガエルとシュレーゲルアオガエルはまとまった樹林地の不在（大澤ほか 2001, 2003a）が，春期に繁殖するアズマヒキガエルとヤマアカガエルは冬期の完全乾田化が，ツチガエルは冬期の落水と利用可能な水路の不在（宇賀神 1994），あるいはこれらの複合要因が非分布の理由と考えられる。

確認された 5 種は，広く普通に生息する種（ニホンアマガエル，ヌマガエル），中程度に偏在して分布する種（トノサマガエル，ダルマガエル），極めて稀な種（ニホンアカガエル）の 3 グループに分けられた。ニホンアマガエルおよびヌマガエルは，設定したラインの全域で生息量が多く，干拓地という新たな水田環境への分散・定着能力が高いことが明らかになった。両種は繁殖期間が長く，雨上がりの水溜まりのような止水域でも繁殖可能であるため（内山ほか 2002），圃場整備が進んだ干拓地の水田であっても生息条件を十分

満たしていると推察される。

ニホンアカガエルは，1 地点のみでごく少数が確認された。本種は春期に浅い止水域に産卵するが，全国的にも圃場整備による乾田化の負の影響が指摘される（長谷川ほか 2000，内山ほか 2002）。本地域の水田は，砂質の水はけのよい土壌で，冬季は落水させるため，本種の繁殖には適当な環境でないと考えられる。しかし，本種の生息が確認された地点（Line B の地点 5）は，この地域では稀なまとまった樹林地が堤上に沿って存在しており，堤斜面からの絞り水により，春期に産卵可能な止水域が形成されたものと推察される。これは，密度は非常に薄いながらも，輪中堤上の樹林を抛り所に本種が干拓地への分散・定着したことの証と考えられる。

トノサマガエルは，非干拓地（Line A, B）もしくはその近傍の干拓初期（1601～1700 年）の地点（Line C）に生息分布が限定していた。一方，ダルマガエルは非干拓地および各年代の干拓地でも確認され，確認地点数としてはトノサマガエルよりも多かった。この 2 種は濃尾平野では広く分布していることが報告されている（環境省 2001，芹沢 1983，1985）。ダルマガエルは，兵庫県では 5 月頃から出現し，6 月に水が張られた水田内で鳴音が聞かれ，9 月までに幼体が上陸し，水田表土の下などで越冬すると報告されている（土井ほか 2001）。トノサマガエルも同様に，10 月中旬から翌春まで，水田や周辺の草地，土手，畑地の地中 20～30 cm で越冬する（篠原 2007，山下 1996）。一般的にこの 2 種に関しては，圃場整備に伴う水路のパイプライン化やコンクリート護岸化が個体群に負の影響をもたらすとされている（長谷川ほか 2000，上田 1994，鈴木ほか

2002)。しかし、ダルマガエルは圃場整備が行われても多産する地域もあり（大河内ほか 1997）、また入水まで産卵時期をずらす対応も知られ（芹沢 1985）、一概に圃場整備そのものが個体の減少に繋がるとは言い難い。一方トノサマガエルは、湛水期間の短縮化による負の影響も指摘される（村上ほか 2008）。

本結果における両種の分布の偏りについて検討すると、水田内の表層土壌は、干拓地・非干拓地とも同質の砂質土壌であった。また、パイプラインおよびコンクリート垂直護岸の排水路からなる灌漑形態や、土畔がほとんどなくコンクリート製の畦が大半を占めることも各地点とも同様の条件と判断でき、これらが両者の分布の偏りに関係しているとは考え難い。周辺の緑地要素については、養殖池や沼、転換畑には特に傾向は認められなかったが、ササや植栽木なども含む灌木林の存在している調査地点でのみ、両種の生息が認められた。両種は、圃場が乾燥化する時期には水路や畦に移動する（鈴木ほか 2002）が、本地域では水路は垂直面により水田と隔絶していること、畦もコンクリート製であり草地として機能していない。しかし対象地では、両種の生息環境として比較的単調な環境となる法面草地に加えて、植生やリター層、日照・水分・土壌条件等が多様となる灌木林が隣接することで、非繁殖期の生活空間や越冬空間が補完されているものと考えられる。なお、本調査では餌資源量の調査は行っていないものの、近縁種のトウキョウダルマガエルでは、餌資源量より水田環境構造がその個体数密度の規定要因となっている（大澤ほか 2005c）ことが報告されており、本種も餌資源量が環境構造以上に生息分布の規定要因となっている可能性は低いと考え

られる。

干拓年代別では，ダルマガエルは各年代の干拓地で生息が確認され，先端部の 1951 年以降の干拓地水田にも分布した。このため，ダルマガエルにとっては干拓地という新たな水田環境創出地への侵入・定着が容易であったと推察される。一方，トノサマガエルは，個体のソース源となる非干拓地から近距離の初期の干拓地までしか進出が見られなかった。この理由として，何らかの制限要因が働き，非干拓地から干拓地への侵入・定着の途上である可能性がある。また，ダルマガエルと同様に新たな水田環境創出地への侵入・定着は容易に生じたかもしれないものの，その後の局所個体群の絶滅によりソース個体群から遠い干拓地で非分布となったと考えられる。すなわち両生類は，絶滅と移入を繰り返すソース・シンク・プロセスによるメタ個体群維持を行うことが指摘される (Gibbs 1993, Travis 1994, Semlitsch 2000)。そして本地域では，1960 年以降は深い垂直面を持つ排水路が随所に整備されたため，旧輪中単位での水田間の移動・分散は著しく阻害され，ソース個体群からより遠い，すなわち時代の新しい干拓地ほど，個体供給による新たな局所個体群の形成が困難になると考えられる。これらのことより，ソース個体群となると考えられる本来的な生息域およびその近傍の干拓地のみに生息分布が限定していたトノサマガエルは，シンクとなる局所個体群の維持に個体供給をより必要とする種である可能性が示唆される。これに対しダルマガエルは，本来的な生息域との連続性が絶たれ新たな個体供給がなくとも局所個体群を維持できることが確認された (Line A, B)。

以上，木曾川河口域を事例に，ベルト・トランセクトにより干拓地水田のカエル相の把握を試みた。生物の生息空間として我が国の水田開拓の歴史を概観すると，干拓地水田は比較的新しい水田立地である（日鷹ほか 2008）。そのような時間的に新しく，また海域を干拓した新たな創出水田環境でのカエル類の侵入・定着の動態は，二次的自然における生物多様性の維持・発現機構解明の一助となり得る。課題としては，トノサマガエルとダルマガエルの中程度の生息分布を規定する要因が，本調査ではいくつかの可能性の提示にとどまったことである。今後，詳細な環境条件の調査・分析を行った上でこれらの種の分布拡散・定着条件を見出し，保全策の提言を行うことが求められる。

3. 2 濃尾平野における水田タイプ別のカエル類の種組成

3. 2. 1 はじめに

我が国のカエル類，とりわけ沖積湿地で生息する種の多くは，稲作農耕文化の伝来以来，水田を中心とする農村環境に適応あるいは依存し生息してきた。しかし現代，農業形態の変化や市街化などによる水田の減少により，各地でカエル類の個体群の減少・消滅が報告されている（長谷川ほか 2000）。このため，その保全に向けたカエル相と景観構造との対応に関する既往研究としては，谷津田（大澤ほか 2003a, 2008），棚田（大澤ほか 2005a, 2006），扇状地水田（大澤ほか 2001, 2003b），平野水田（大澤ほか 2005c），3.1で述べた干拓地水田などがある。しかし，農業の機械化の進んだ平野部での報告は少ない。3.1 から，木曾川下流部の平野におけるダルマガエル・トノサマガエルの生息規定要因が，耕作環境内に灌木等を含む一定の緑地が存在するかなどの農環境構造にあることが示唆されている。しかし，一口に農環境構造といっても様々であり，他の作物と隣接して栽培したり，輪作，水路形態の差異など，同じ地域であってもいくつかのタイプが存在する。そこで本研究では，大規模圃場による水稻の機械化栽培が広く行われている濃尾平野において，特徴的な農環境構造をもつ地域におけるカエル類の種組成について把握することを目的として調査を行った。すなわち，まとまって一様な水田耕作がなされている地区として，Ⅰ.稲田～ハス田混在型地区，Ⅱ.溜池隣接水田地区，Ⅲ.水稻～麦～大豆輪作型地区，Ⅳ.圃場整備・土水路～護岸水路混在型地区，その対照区としてⅤ.

未圃場整備・土水路～護岸水路混在型地区を選出し（図-3.2.1），ラインセンサス調査等によるカエル類の生息量の違いから種組成規定要因を検討した。

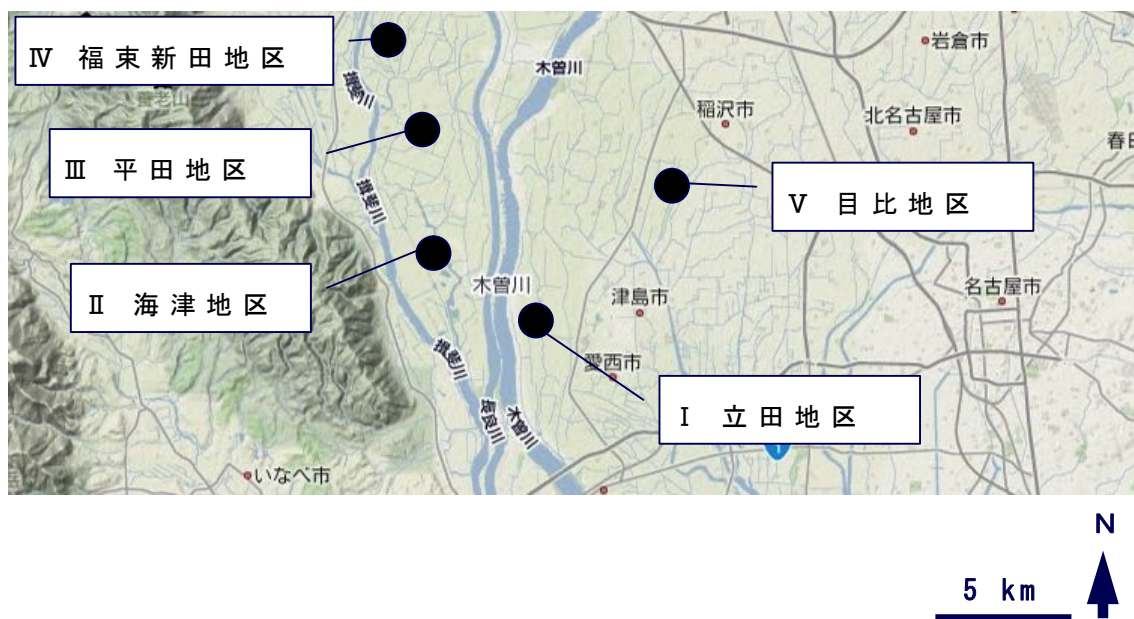


図-3.2.1 調査地位置図

3. 2. 2 調査対象地および方法

対象地域とした濃尾平野は、木曾三川により、我が国でも有数の大規模な平野が広がる地域である。現在は機械化された水稲栽培が広く行われているが、幹線道路や旧農村集落を中心に市街化が進み、水田域も分断小規模化が進んでいる。作付け手法は個々の農家や集落レベルで多様であるが、本研究では作型や農環境構造による種組成を明確に判断するため、濃尾平野南西部を対象に半径 500 m で同様な水田タイプが広がる地域として、後述する 5 つの地域を選出してそれぞれ調査した。いずれも平野縁辺部から 1.5 km 以上離れており、カエル類の種組成には丘陵・山地の影響は受けていないと判断される。なお、カエル類の移動能は主に 100～200 m 以内（大澤ほか 2003a）とされるため、ホームレンジは調査地区内でほぼ完結しているものと判断した。

各地域における在来のカエル類の多くは春季～夏季に水田や付随する水辺に集合して産卵する（内山ほか 2002, 大澤ほか 2001）ことから、繁殖期に調査を行うことで最も成体の密度の高い時期にその個体数を把握することができる。また、早春季に繁殖するカエル類では春季～夏季は幼生、幼体の発生・分散期にあたり、生息の有無を確認することができる。そこで、2010 年の 4 月下旬、5 月中旬、6 月上旬、6 月下旬の 4 回、日中（10 時～16 時）および夜間（19 時～23 時）に各調査地点で蛙のラインセンサス調査を行った。鳴き声調査は、各調査地点で 5 分間留まり、種毎のコーラスの重複度合い（少数単発、複数不連続、多数連続の 3 区分）を記録し、生息量の指標として用いた。各調査地区の概要とセンサス距離は下記の通

りであるが，Ⅰ～Ⅳは全域で近代的な圃場整備が施された地区である。また，各地区の標高は 0～2.5 m の極低標高地である。当地域では西濃地方で広く栽培される晩生水稲品種「ハツシモ」，「あさひの夢」などが作付けされており，5月下旬～6月中旬に移植，6月下旬以降に中干し，9月上旬～10月上旬に刈り取りが行われていた。中干し中は後述の地区Ⅴ以外完全に水域が消失していた。また，いずれも農道から田面までの法面草地の幅は約 1 m であり，除草剤の使用はほとんど見られなかった。各地区が内包する環境要素は表-3.2.1 で示す通りである。

地区Ⅰ．稲田～ハス田混在型地区（立田地区）

この地区は，水田地帯の中にハス田がモザイク状に分布しているのが特徴である。当地区のハス田は春から夏にかけて水深を 20 cm ほどに保ち，収穫時は水位を著しく下げて大型重機を用いて収穫されていた。植え付け時期には幅がある上，収穫時も低水位の湿地状態が続いた。この一年を通して比較的湿潤な圃場であるハス田と，周期的に乾湿が繰り返される水田におけるカエル類の生息状況の比較を行った。乾田の水入れ，田植えは 5 月～6 月であったが，4 月時点で湛水していた水田も多く認められたため，これらは乾田区と分けて春季湛水区とした。なお，春季湛水区は冬季は乾田化している。ハス田区は収穫中の圃場もあったがいずれも 4 月の時点で湿潤状態を保っていた。センサスラインとして春季湛水区 1,024 m，乾田区 864 m，ハス田区 226 m を設定した。

地区Ⅱ．溜池隣接水田地区（海津地区）

この地区は社寺の池や釣り堀などの水深 50 cm 以上の池（元は河跡湖）が点在しているのが特徴である。池の周囲にはヨシ群落があり、カエル類に一定の生息環境を提供していると思われる。そこで、池に隣接する畦と隣接しない畦での比較を行った。なお、池水は池内で完結しており、用水などで水田との繋がりは認められなかった。この地区の水入れ、田植えは 6 月上旬であり、4 月時点ではいずれも乾田状態であった。センサスラインとして池隣接畦区 400 m、池非隣接区 400 m を設定した。

地区Ⅲ．水稲～麦～大豆輪作型地区（平田地区）

この地区は減反政策に対し地域ぐるみで対応しており、作付けにおいて「水稲→水稲→麦・大豆→」という順番で 3 年周期で輪作している（ヒアリングによる）のが特徴である。そこで 2009 年冬季の事前調査により、圃場ごとに前年の作付け作物を記録した。それを基に当地区の輪作順序に従って、麦・大豆区 300 m、水稲 1 年目区 300 m、水稲 2 年目区 300 m のセンサスラインを設定した。調査年に水田となる区画は 4 月時点ではいずれも乾田状態であり、田植えは 6 月上旬に行われた。なお、麦・大豆区は調査時は麦の刈り取り前後であり、水域は認められなかった。

地区Ⅳ．土水路～コンクリート水路混在型地区（福東新田地区）

この地区は旧来的な土水路とコンクリート護岸水路が交互に設置されているのが特徴である。土水路に隣接する圃場とコンクリート

護岸水路に隣接する圃場との間は、いずれも舗装された農道で隔てられている。そこで大区画水田における水路形態の違いによるカエル類の生息状況を比較した。コンクリート水路の側面は垂直で高さ、幅ともに約 50～100 cm、土水路のそれは約 50 cm 以内で緩傾斜であり、灌漑期以外は水が流れていなかった。また、両区分の水路とも調査期間中は底部は常に湿潤であった。センサスラインとしてコンクリート水路隣接畦区 300 m、土水路隣接区 300 m を設定した。本地区では 4 月時点ではいずれも乾田状態であり、水入れは 6 月上旬、田植えは 6 月中旬と最も遅かった（短期栽培）。

地区 V. 未圃場整備における土水路～コンクリート水路混在型地区（目比地区）

この地区は古い年代に整備された不定形の湿田が全域にわたっており、旧来的な土水路とコンクリート水路が混在しているのが特徴である。水路の形状は地区 IV と同様であった。田面は冬季や中干し期においても湿潤状態か、浅い水溜まりが点在しており、田植え直後の湛水期には水深 20 cm を超す部分も存在した。そこで近代的な圃場整備がされていない水田における水路の隣接状況の比較を行った。コンクリート水路の側面は垂直で、両区分とも断面積は 1 m² 以内で、調査期間中は湛水していた。センサスラインとして護岸水路隣接畦区 300 m、非護岸水路隣接畦区 300 m、非水路隣接畦区 300 m を設定した。当地区では休耕地も目立つものの、調査地はいずれも耕作中の水田がまとまっている部分に設けた。

表-3.2.1 各地区が内包する環境要素

調査地区	I	II	III	IV	V
乾田	+	+	+	+	-
乾田(春季湛水)	+	-	-	-	-
湿田	-	-	-	-	+
圃場整備	+	+	+	+	-
ハス田	+	-	-	-	-
池	-	+	-	-	-
転換畑	-	-	+	-	-
パイプライン導水	+	+	+	+	-
土水路	-	-	-	+	+
コンクリート水路	+	+	+	+	+
休耕地	-	-	-	-	+
樹林地	-	-	-	-	-

3. 2. 3 調査結果

本調査により, 2科4種のカエル類の生息が認められた(表-3.2.2)。アズマヒキガエル, ツチガエル, トノサマガエルなども生息が期待されたが, 今回は確認できなかった。なお, 水路には多数の特定外来生物ウシガエルが確認されたが, 本結果には含めなかった。

ニホンアマガエル, ダルマガエル, ヌマガエルはいずれの調査地でも確認され, ニホンアカガエルは地区Ⅰでのみ生息が確認された。夜間に多数連続となるような大型コーラス集団は確認できず, 各種とも同時に数十個体のコーラスに留まる程度であった。

ダルマガエルは地区間で最も個体数の差が激しく, 地区Ⅰ地区Ⅴでは1回の調査で76個体確認できたセンサスラインがあったものの, ヌマガエルは最大でも18個体, ニホンアマガエルは4個体と, 日中のセンサス調査での個体確認は少なかった。

4月当初からハス田や春季湛水水田を中心に湛水環境の存在した地区Ⅰでは, 4月からニホンアマガエル, ダルマガエルが確認され, 全体に占める個体数の割合も最も大きかった。地区Ⅰでは乾田区, 湿田区, ハス田区の調査距離がそれぞれ異なっていたが, 図-3.2.2のとおり単位距離あたりに換算すると, ハス田の畦でダルマガエルが最も多く確認され, 次いで乾田区, 春季湛水区と続いた。ヌマガエル, ニホンアマガエル, ニホンアカガエルは多くなかったが, 春季湛水区でのみ全ての種の生息が認められた。観察の限りでは, ダルマガエルは一定の水深のある水田の畦やハス田の畦に多く, 確認後すぐに飛躍して水中に逃避した。また, 日中のセンサス調査ではニホンアマガエルがほとんど確認されなかったが, 夜間になると各

区分とも区画内から複数の鳴き声が確認された。

地区Ⅱは、センサス調査では池隣接区でヌマガエルのみ確認され、その密度は非隣接区と比較してやや高かった。池非隣接区にはニホンアマガエル、ダルマガエル、ヌマガエルが確認された。なお、夜間の鳴き声調査では、池隣接区でもニホンアマガエル、ダルマガエルが確認されている。

地区Ⅲは、麦・大豆と水稻の輪作形態をとっている。麦・大豆区ではカエル類は全く確認されなかった。前年度転換畑を経験している水稻1年目区でカエル類が多かったが、その密度はいずれも極めて低かった。水稻2年目区では、ダルマガエルが少数確認されたのみであった。なお、ニホンアマガエルの幼生は水稻1年目区、2年目区ともに少数確認された。

地区Ⅳは5つの地区の中では最も生息数が少なく、初認も6月に入ってからであった。6月2日の調査時ではほとんどの水田が水入れ前で、日中はカエル類を確認することができなかった。夜間、水入れ前の水田の中央部から若干の鳴き声が聞こえたのみであった。また、水路形態での生息量に差はみられなかった。

地区Ⅴは水田内にフナ類の稚魚が群れ、畦でのケリの営巣やクサガメも多数みられ、畦畔木にオオタカがとまっているのも観察され、より健全性の高い水田生態系を有していると考えられた。当地区では特に5月以降、全てのセンサスラインでニホンアマガエル、ダルマガエル、ヌマガエルが確認されたが、土水路隣接区でダルマガエル、ヌマガエルが比較的まとまって確認された。各区の総出現個体数をセンサス距離で割ったセンサスライン1mあたりの確認個体数

を算出した。地区Ⅰのハス田区のダルマガエルが0.18 個体/mで最も多く、次いで地区Ⅴの土水路隣接区、地区Ⅰの乾田区、地区Ⅰの湿田区、地区Ⅴの水路非隣接区と、いずれもダルマガエルが多く占めていた(図-3.2.2)。このように5つの調査地区内での差よりも調査地区間の生息量の差がより目立っていた。

表-3.2.2.2 カエル類確認個体数または鳴き声確認度合い

調査地区	I			II			III			IV			V		
	乾田区	春季湛	ハス田区	池隣接区	池非隣	麦・大	水稲1	水稲2年	水稲3年	コンクリート水	コンクリート	コンクリート	土水路	土水路	水路非
センサス距離(m)	864	1,024	226	400	400	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300
4月21日 日中	ニホンアマカガエル ダマカガエル ヌマガエル	4 1													
4月21日 夜間	ニホンアマカガエル ダマカガエル ヌマガエル	+	+												
5月11日 日中	ニホンアマカガエル ダマカガエル ヌマガエル			20	8	2					1	2	3		
5月11日 夜間	ニホンアマカガエル ダマカガエル ヌマガエル	++	++	+	+	++	++	+			++	++	++	++	
6月2日 日中	ニホンアマカガエル ダマカガエル ヌマガエル	1	33	25	1	2	1	1			5	19	7	5	
6月2日 夜間	ニホンアマカガエル ダマカガエル ヌマガエル	+	++	+	+	+	++	+	+	+	++	++	++	++	
6月28日 日中	ニホンアマカガエル ダマカガエル ヌマガエル	2	42	15	2	2	2	2	2	2	4	20	2	9	
6月28日 夜間	ニホンアマカガエル ダマカガエル ヌマガエル	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	

※夜間のコーラスの重複度合い(少数単発:+,複数不連続:++,多数連続:+++)
※網掛け部分は調査時に渇水状態であった箇所

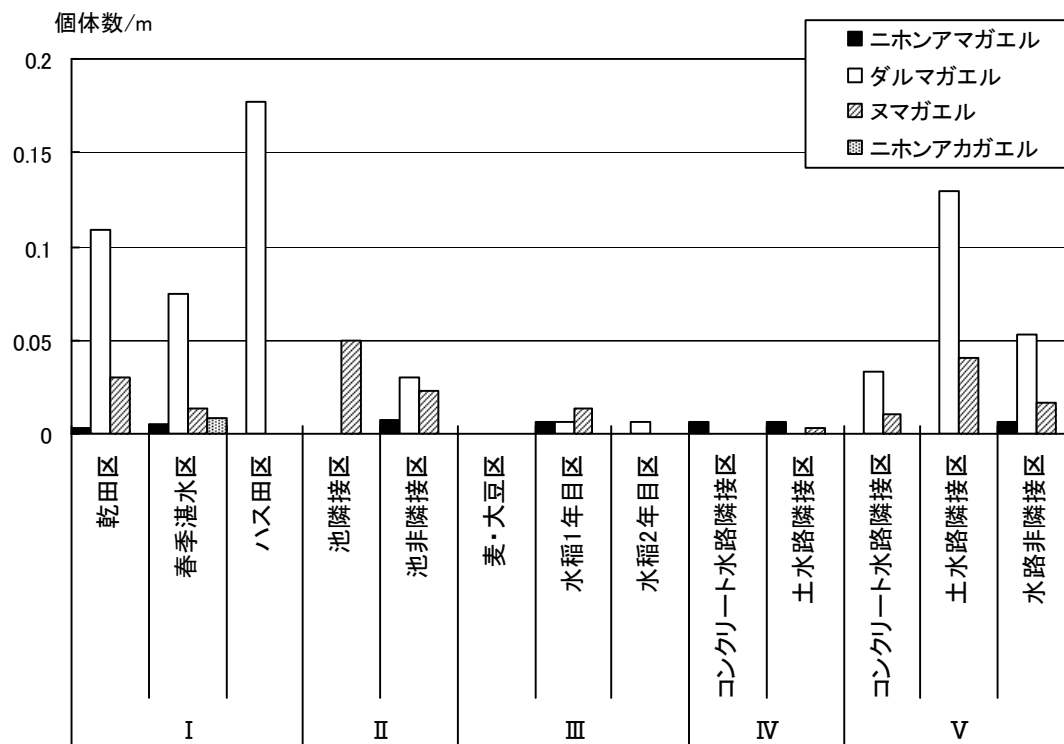


図-3.2.2 センサス調査における畦 1 m あたりの確認個体数

3. 2. 4 考察

(1) カエル類の種組成

今回確認された4種は、全域に低密度に分布するニホンアマガエルおよびヌマガエル、地区Iでのみごく少数確認されたニホンアカガエル、地区により生息量に偏りが生じたダルマガエルに分けられた。また、過去に濃尾平野では確認されていながら（環境省 2001）不在だった種は、以下の要因あるいはそれらの複合要因や過去の環境変動に伴う一時的な生息空間の消失等が非分布の理由と考えられる。春季に産卵するアズマヒキガエルは冬季の完全乾田化または樹林の不在、トノサマガエルは幼生の成長に必要な水稲栽培期間の短期化（村上ほか 2008）が生息を制限する要因として報告されている。ツチガエルは冬季の落水と利用可能な水路の不在（大澤ほか 2008）が生息を制限する要因として報告されている。

生息数ではダルマガエルが最も多かった。一般的にダルマガエルの減少はコンクリート護岸水路や乾田化などの近代的圃場整備によるものとされ（鈴木ほか 2002）、本種は各地で絶滅が危惧されている（上田 1994、大河内ほか 1997、芹沢 1985、土井ほか 2001）。しかし本調査地では、機械化された大型水田地域でも比較的生息数が確保できていることが確認された（表-3.2.2）。本地域は近代的な圃場整備が完了しているが、極低標高地の木曾三川の沖積平野であり、地下水位の高さが低密度ではあるが全地区で生息を可能にしていると推察される。

反対に平野部の機械化された大型水田環境であっても3.1のように通常は多数の連続したコーラスが容易に観察できるニホンアマガ

エルやヌマガエルは、その生息数は必ずしも多くはなかった。また、これらは夜間調査で鳴き声が確認されたものの、日中に個体を確認できなかった箇所も複数あった。両種は繁殖期間が長く、雨上がりの水溜まりのような止水域でも繁殖可能であるため（内山ほか 2002）、乾田化や湛水期間の縮小による繁殖への影響が今回の生息数の少なさの要因とは考え難い。ニホンアマガエルは夜間水田で鳴くが、日中には休息や捕食者から逃れるために多くが樹林地等に移動していると考えられている（内山ほか 2002、大澤ほか 2008）。今回設定した調査地区はこのような樹林地が全くないか、池の周囲に狭い幅のヨシ群落などにとどまり（表-3.2.1）、非繁殖期の生活空間が量的に不足していたと考えられる。今回低密度にとどまった要因は本研究では不明であり、今後詳細な調査の必要がある。

（2）調査地区間の比較

今回センサス調査で最もカエル類の密度が高かった地区Ⅰおよび地区Ⅴは、表-3.2.1 からいずれも春季に湛水された区画がある環境であり、カエル類の種組成が極めて貧弱だった地区Ⅱ、Ⅲ、Ⅳ地区は水入れが5月中旬以降になる圃場のみが存在し春季の水域の欠落（ただし地区Ⅱは隣接して池があるがこれについては後述する）する地区であった。特に地区間での密度が異なったダルマガエルに関しては、6月頃に湛水された水田で産卵し、幼体は当該地域では6月下旬から上陸する（芹沢 1983, 1985）。今回選出した調査地区の環境は、いずれも産卵期に水域が存在する水田であったが、本種の生息が多く確認された地区Ⅰ、Ⅴは湿田や春季湛水水田、ハス田な

どいずれも産卵期の1ヶ月以上前から水域が確立していた圃場であり、これらの存在がその生息要因として考えられた。中干しは幼生の上陸とほぼ同時期か直後にあたり、生息要因としての影響は春季湛水の有無に準ずると判断された。また、ヌマガエルに関しては春季湛水水田や池などの止水環境が存在する地区Ⅰ、Ⅱ、Ⅴでは比較的多く確認されたのに対し、水稻の短期栽培により止水環境の出現期間が短縮されている地区Ⅲ、Ⅳでは特に少なかった。このように、ハス田や池など異なる土地利用が内包される地区では、その生息密度はわずかに上昇した。ニホンアカガエルは、地区Ⅰでの確認のみにとどまった。本種はかつては美濃平野に広く分布していたが、早春に産卵するため、乾田化の影響を受けやすい種である（岐阜県2001）。このため、地区Ⅰや地区Ⅴのように冬季も一定の浅止水域のある環境でしか定着できないものと考えられる。しかし、湿田が広がり、筆者らの経験上も本種の生息に適していると判断されたにも関わらず、地区Ⅴでは非生息となっており、今回はその要因を明らかにできなかった。周辺の圃場整備が進む中、過去に極度の環境悪化が生じて非分布となった可能性があるが、今後の検討課題である。

(3) 調査地区内の比較

次に、各調査地区内に内包されていた農環境構造間で比較を行った。全体的にダルマガエルの生息数が多かった地区Ⅰは、センサス調査ではハス田区で特にダルマガエルが突出したものの、鳴き声調査では地区内の差は認められなかった。ハス田区はその作物栽培条件から、周年湿潤な環境であると考えられる。田植え直後でイネ稚

苗の列植以外は開放水域の環境となる水田に対し、既にハスの葉で覆われ多様な微環境が成立しているハス田のほうが本種にとってより選好される水辺であったと推察される。ニホンアカガエルは春季湛水区でのみ確認されたが、ハス田での産卵の可能性もあり、今後早春の産卵利用実態を詳しく調べる必要がある。

地区Ⅱでは、カエル類の生息数自体が少なく、地区内での差はほとんど認められなかった。当地区の池は、産卵に適した浅い止水域がほとんどないこと、コイやウシガエルなどの外来の捕食動物が多数生息していたこと、調査時には池からの鳴き声は全く得られなかったことから、この池がカエル類にとってそもそも利用されていないと判断された。よって池の隣接の有無はその生息にはほとんど影響していないと考えられる。しかし、ヌマガエルについてはセンサス調査で若干高密度に生息していたことから、池やヨシ群落などの環境が越冬地や非繁殖期の生活空間として機能している可能性もある。

地区Ⅲでは、水域のない麦・大豆区では当然生息は認められなかったが、水稻1年目区に対し水稻2年目区の種組成が顕著に貧弱であった。すなわち、日中、夜間を合わせ、少数のダルマガエルの確認にとどまった(表-3.2.2)。前年が陸域だった所に形成された水域と、前年に引き続いた水域形成場所を何らかの要素で関知し、水域2年目を迎えた水田よりも新たに成立した水田を選好して繁殖活動を行っていることが示唆された。

地区Ⅳでは、水入れの遅延によりカエル類の初認が6月となっていた。また、ダルマガエル、ヌマガエル、ニホンアマガエルの生息

は確認されたが、その生息数は著しく少なく、短期栽培水田はカエル類にとって生息環境としては極めて厳しい農環境構造であると判断された。一般的に土水路はカエル類に有効な生息空間を提供するといわれているが(上田 1994, 大澤ほか 2005b, 土井ほか 2001), このような乾田, 短期栽培環境下ではそもそもの生息数が望めないことから, 水路形態による差は認められなかった。

最も伝統的な水田生態系を今に残していると判断される地区Vでは, 同様に水路構造の比較を行った地区IVと異なり, そもそもの生息数が多く, 水路形態等による差が認められた。なかでもセンサス調査では, ダルマガエル, ヌマガエルが土水路隣接区に最も集中しており, 非水路隣接区と護岸水路隣接区はおおむねその半数の生息密度であった。大澤ら(2005c)は, 土水路周辺でトウキョウダルマガエルの密度が高くなるとしたが, 本研究ではダルマガエル, ヌマガエルで追認し, 水路非隣接区に対し土水路隣接区の生息数が増加し, コンクリート水路隣接区では減少した。

(4) 機械集約型水田耕作地域におけるカエル類との共存

本来カエル類を多産させていた我が国の水田環境は, 近年の機械化, 大型圃場化により栽培期間が短縮され, 湛水期間の不足により既にカエル類の生息しやすい空間ではなくなっている。地区Vのように近代的な圃場整備がされていない水田も年々激減しており, カエル類の多産地域として知られていた濃尾平野(芹沢 1983, 1985)から, 全くの普通種と考えられているニホンアマガエルやヌマガエルも含めカエル類が減少している状況を確認できた。

しかしながら、生息域内にハス田や春季湛水水田、湿田などが存在する地区ではある程度の生息数が確保できたことから、その種組成の規定要因として大きく影響を与えていると推察された。現在カエル類の生息できる水辺環境が消失している大型平野水田であっても、ハス栽培や春季湛水水稻栽培などに移行することで、集約的農業を継続しながらカエル類の生息環境を提供することは可能であろう。

3. 3 三浦半島の谷戸田におけるカエル類の分布

3. 3. 1 はじめに

平地水田に対し，丘陵地域では互いの水域間に市街地や樹林地が存在し，水辺としての連続性は限られている。本来的には谷戸田が多く存在し，複数の種が同所的に生息していた地域であっても，近年の河川改修や水田環境の減少により生息環境が減少しており，保全生物学的観点から本種の丘陵地性の小河川における生息利用実態の把握が求められている。

神奈川県三浦半島は，沖積地の湿地をそのまま利用した谷戸田のようなカエル類の生息環境が多く存在していた。しかしその詳細な分布調査は，この40年間行われていない（柴田 1973）。このような状況において，両生類の半数以上が絶滅危惧種に指定されており（高桑ほか 2006），最新の生息分布実態の把握を行った。

3. 3. 2 調査方法

三浦半島内で本来的地形が改変されていない全ての谷戸田 167 箇所（図-3.3.1）を対象とした。在来とされるカエル類 6 種の種組成と植生段階の把握を，2013 年 6 月～10 月の日中に各箇所 2 回ずつ踏査を行い，1 箇所あたり約 30 分間かけて鳴き声および目視にて確認した。植生遷移の進行段階は，谷戸谷底面において最も存在割合の高い土地利用を 1：耕作水田，2：湿生低茎草地，3：湿生高茎草地，4：乾生草地，5：樹林に分類し記録した。植生状態とカエル類の種組成との比較をしたのち，生息ポイントを半径 500 m の円で地図上に表現した。

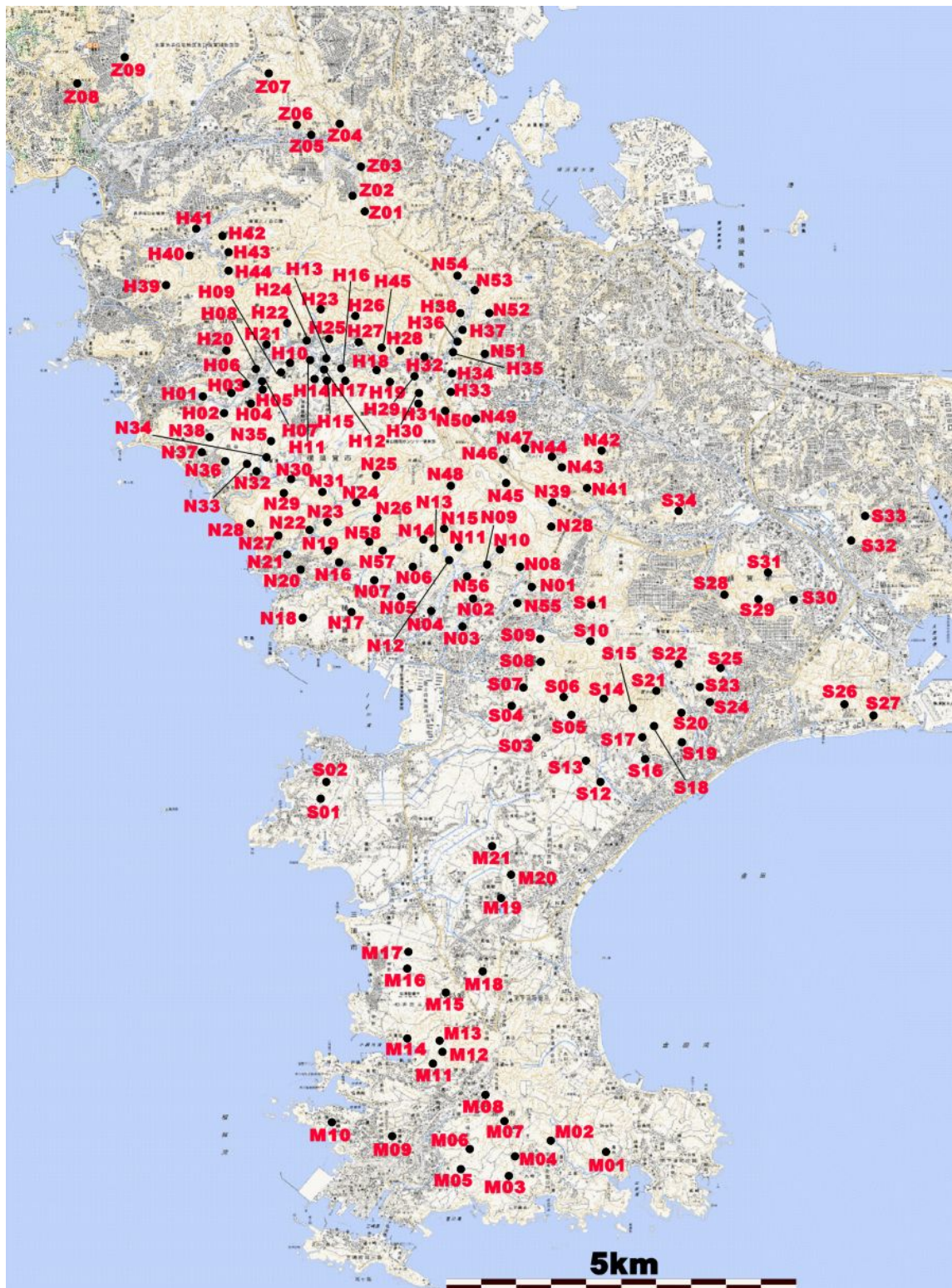


図-3.3.1 調査対象の谷戸

3. 3. 3 結果と考察

各谷戸田におけるカエル類確認種数を，表-3.3.1 に示した。カエル類の生息が0種だった谷戸田は全167箇所中28%，1～2種は51%，3種以上は18%となった（図-3.3.2）。植生段階については，耕作水田～湿生低茎草地の谷戸田が24%，樹林～乾生草地の谷戸田が57%となった（図-3.3.3）。耕作中が5%と最も少なく，樹林化が35%と最も多かった。種類別の谷戸田タイプ割合は，多くの種が湿生高茎草地～耕作水田を好み，シュレーゲルアオガエル，ニホンアマガエル，ニホンアカガエル，アズマヒキガエルは植生段階の値は平均3以下となった（図-3.3.4）。すなわち，57%の谷戸田が現在カエル類の生息には不適となっているといえる。

各種の分布状況（図-3.3.5）では，ニホンアマガエルは耕作中の水田を中心に生息し，分布地点が少なく孤立した状態となっていた。シュレーゲルアオガエルは三浦半島内に広く分布しており，最も広域に生息地点が広がっていた。耕作中の如何に関わらず湿地状態が保たれている谷戸田で生息が認められた。ヤマアカガエルは丘陵地の谷戸田のみで確認され，高密度に分布していた。既に樹林化した谷戸田であっても，成体を目視により確認することができた。ニホンアカガエルは南部の台地性谷戸田のみで確認され，その確認地点は多くなかった。シュレーゲルアオガエルと同様に，耕作中の如何に関わらず湿地状態が保たれている谷戸田で生息が認められた。ツチガエルは既に樹林化した谷戸田の水路等でも確認されたが，確認地点は極めて少数であった。本種は谷戸田の植生段階による分布の偏りは見られなかった。アズマヒキガエルは台地，丘陵地の差はな

く低密度に確認された。耕作中の如何に関わらず湿地状態が保たれている谷戸田で生息が認められた。谷戸田におけるカエル類の分布域を、カエル類の生息が確認された谷戸の中心から半径 500 m の円として表示した（図-3.3.6）。

現状でカエル類の生息適地である植生段階 3 以下の谷戸田は少ないものの、各谷戸田の立地としてはカエル類の生息域から 500 m 以内（大澤 2003a）の谷戸田は 167 箇所のうち 152 箇所であり、全体の 91%を占めていた。これらの谷戸は現在谷底部が乾生草地あるいは樹林化した谷戸であっても、少なくともカエル類が 1 種でも生息している隣接谷戸との連続性によりその多くは潜在的には生息可能な空白パッチであることが言え、今後谷底面の水辺環境の復元や創出をすることで再び生息する可能性を持っている。これら多くの水田耕作による水辺の維持ができない谷戸については、水辺環境保全のアクター育成が課題である。

表-3.3.1 各谷戸田におけるカエル類確認種数

サイトNo.	植生段階	ヤマアカガエル	ニホンアカガエル	トウキョウダルマガエル	ツチガエル	シュレーゲルアオガエル	ニホンアマガエル	アズマヒキガエル	合計種数	面積
H01	2	1							1	4
H02	2	1				1	1		3	4
H03	2								0	4
H04	5	1				1	1		3	3
H05	5								0	3
H06	2	1				1	1		3	4
H07	5								0	5
H08	4								0	4
H09	3	1							1	3
H10	4	1							1	5
H11	4								0	5
H12	4								0	5
H13	3					1	1		2	3
H14	2					1	1		2	4
H15	4					1	1		2	3
H16	1								0	5
H17	1								0	3
H18	4	1							1	4
H19	5								0	4
H20	5	1							1	4
H21	4	1				1	1		3	5
H22	5	1				1			2	5
H23	3	1				1			2	5
H24	2	1							1	4
H25	4	1							1	4
H26	2	1				1	1		3	5
H27	5	1				1	1		3	3
H28	5	1			1				2	4
H29	3	1							1	5
H30	3								0	4
H31	2								0	5
H32	5	1							1	4
H33	3	1							1	4
H34	2	1				1			2	4
H35	5	1							1	3
H36	5	1							1	3
H37	3	1							1	3
H38	5	1							1	3
H39	5	1							1	4
H40	1	1				1	1		3	5
H41	5	1							1	4
H42	3	1							1	4
H43	1	1			1	1	1		4	4
H44	5	1			1				2	4
H45	5	1							1	3
M01	3								0	4
M02	3								0	4
M03	5								0	4
M04	5								0	4
M05	3		1						1	4
M06	2		1						1	5
M07	3								0	3
M08	3								0	5
M09	3								0	4
M10	5								0	3
M11	2		1						1	5
M12	2		1						1	5
M13	3		1					1	2	5
M14	4		1			1		1	3	3
M15	4		1			1		1	3	3
M16	2		1			1		1	3	5
M17	1		1			1		1	3	5
M18	5								0	3
M19	1		1			1		1	3	4
M20	2		1			1			2	4
M21	3		1						1	5

表-3.3.1 つづき

サイトNo.	植生段階	ヤマアカガエル	ニホンアカガエル	トウキョウダ ルマガエル	ツチガエル	シュレーゲル アオガエル	ニホンアマガ エル	アズマヒキガ エル	合計種数	面積
N01	2	1				1			2	4
N02	4	1							1	3
N03	4	1							1	4
N04	3					1			1	5
N05	3								0	5
N06	2	1				1			2	5
N07	4	1							1	4
N08	5								0	3
N09	3	1				1	1		3	4
N10	2	1							1	4
N11	5	1							1	3
N12	4	1				1			2	3
N13	5	1				1		1	3	3
N14	3	1				1			2	5
N15	4	1				1			2	2
N16	2	1							1	5
N17	5								0	3
N18	5								0	3
N19	5	1							1	2
N20	2								0	4
N21	2								0	3
N22	5								0	2
N23	5	1							1	3
N24	5	1			1				2	5
N25	4					1			1	4
N26	5								0	3
N27	5								0	3
N28	5					1			1	3
N29	5	1							1	5
N30	3	1							1	3
N31	5	1							1	5
N32	5								0	3
N33	5								0	3
N34	5								0	3
N35	5								0	5
N36	5								0	5
N37	5								0	4
N38	4	1							1	5
N39	4	1				1		1	3	5
N40	5	1							1	5
N41	4	1						1	2	4
N42	4	1							1	4
N43	5	1							1	3
N44	5	1							1	3
N45	4	1							1	3
N46	5	1							1	4
N47	4	1							1	3
N48	4	1							1	3
N49	3	1				1			2	5
N50	5	1							1	3
N51	5	1							1	2
N52	4	1						1	2	5
N53	3	1				1		1	3	5
N54	5	1				1			2	4
N55	2	1				1			1	4
N56	5	1							1	4
N57	4	1							1	3
N58	1	1				1			2	1

表-3.3.1 つづき

サイトNo.	植生段階	ヤマアカガエル	ニホンアカガエル	トウキョウダルマガエル	ツチガエル	シュレーゲルアオガエル	ニホンアマガエル	アズマヒキガエル	合計種数	面積
S01	2					1			1	5
S02	2					1			1	4
S03	3								0	4
S04	3								0	4
S05	2	1							1	4
S06	4	1							1	3
S07	3							1	1	5
S08	4								0	3
S09	4	1				1			2	5
S10	2	1				1	1		3	5
S11	4								0	4
S12	3								0	3
S13	4								0	4
S14	2	1							1	4
S15	5								0	3
S16	4					1	1		2	4
S17	4					1			1	5
S18	3	1				1			2	4
S19	4	1				1			2	5
S20	2	1				1	1		3	4
S21	5	1							1	4
S22	2	1				1			2	4
S23	2								0	5
S24	1	1				1	1		3	4
S25	2	1							1	5
S26	3					1	1		2	4
S27	2	1				1			2	5
S28	4	1							1	5
S29	2	1							1	5
S30	1	1				1	1		3	4
S31	3	1				1	1		3	5
S32	3					1	1		2	3
S33	2	1							1	4
S34	5	1							1	3
Z01	5								0	3
Z02	5								0	5
Z03	4	1							1	3
Z04	5								0	3
Z05	5								0	3
Z06	5								0	4
Z07	4	1							1	4
Z08	4	1				1			2	5
Z09	5	1							1	3

※ 面積階級 1 : 100 m² 未満, 2 : 100 m² 以上 300 m² 未満, 3 : 300 m² 以上 1,000 m² 未満, 4 : 1,000 m² 以上 3,000 m² 未満, 5 : 3,000 m² 以上とした。

※ 植生段階 1 : 耕作水田, 2 : 湿生低茎草地, 3 : 湿生高茎草地, 4 : 乾生草地, 5 : 樹林とした。

※ サイト NO.は, 葉山町域を H, 三浦市域を M, 横須賀市北部を N, 横須賀市南部を S, 逗子市域を Z とした。

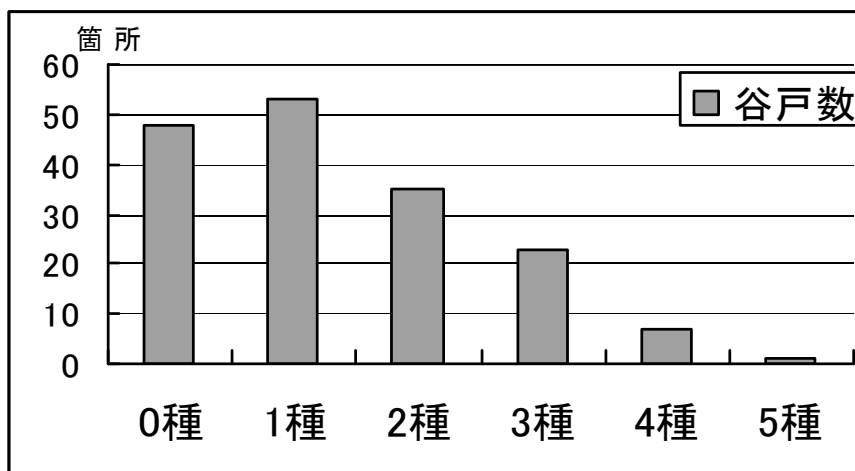


図-3.3.2 カエル類確認種数別谷戸田数

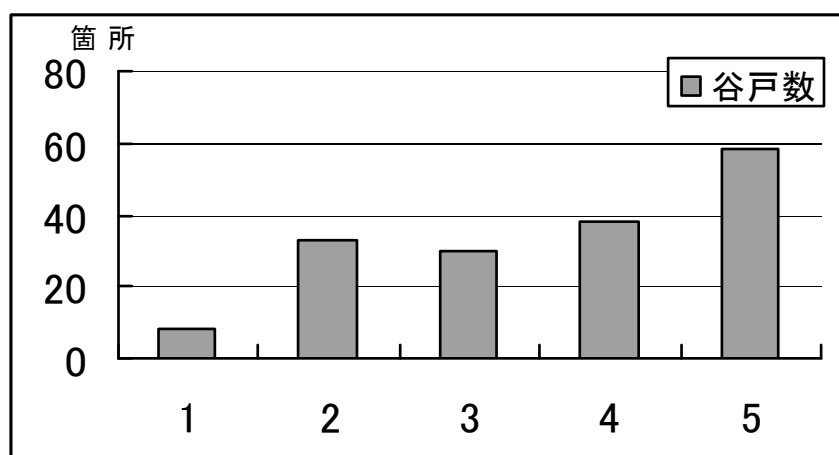


図-3.3.3 植生遷移の進行段階別谷戸田数

植生段階 1：耕作水田， 2：湿生低茎草地， 3：湿生高茎草地，
4：乾生草地， 5：樹林とした。

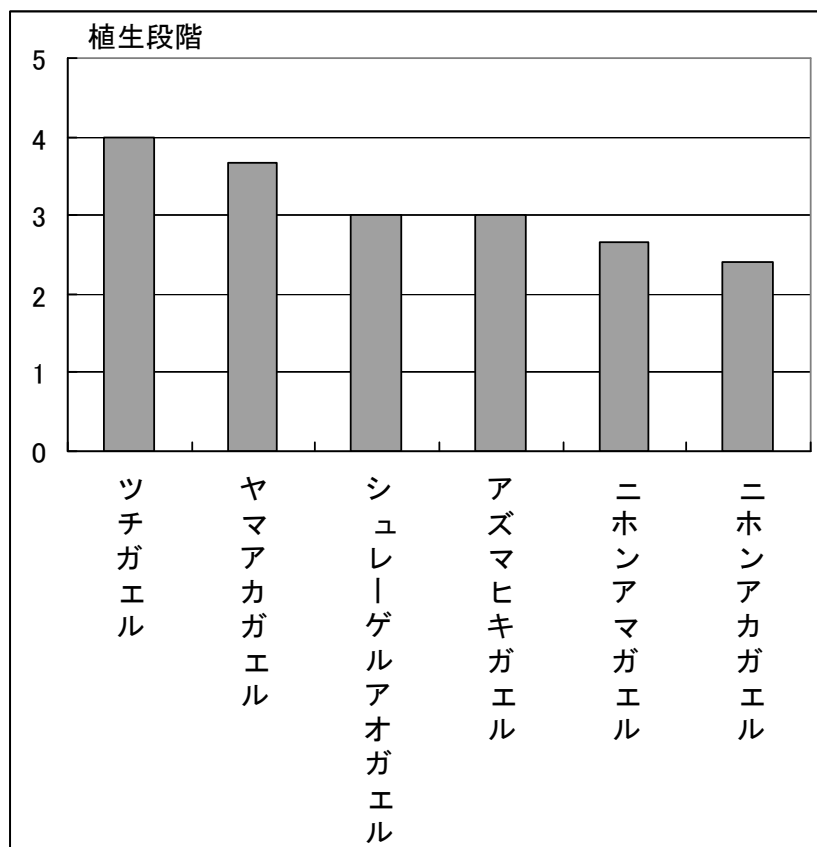


図-3.3.4 カエル類の谷戸田タイプ要求量

植生段階 1 : 耕作水田, 2 : 湿生低茎草地, 3 : 湿生高茎草地,
4 : 乾生草地, 5 : 樹林とした。

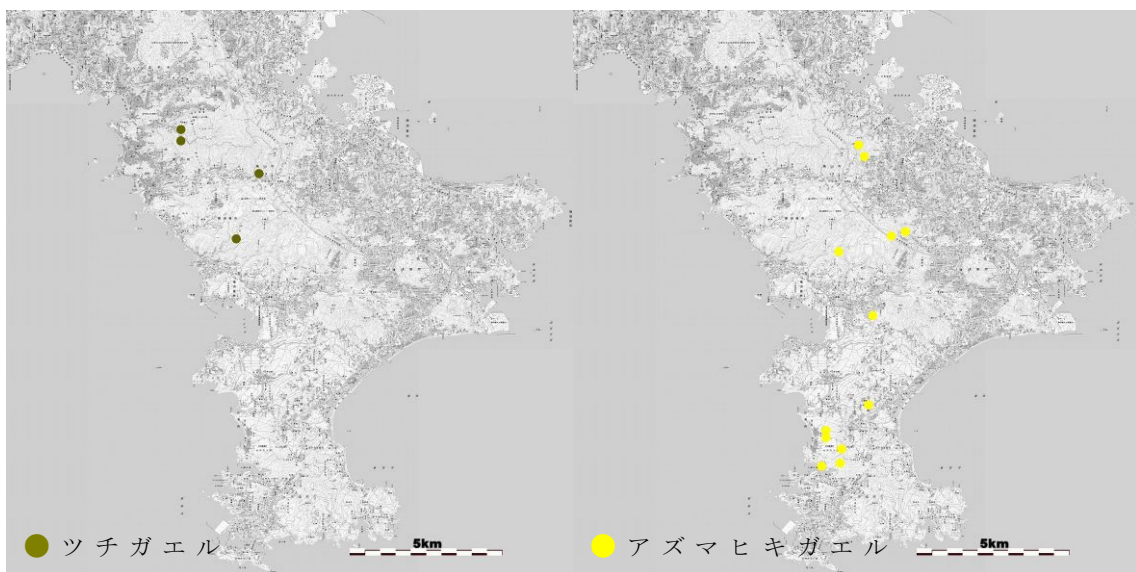
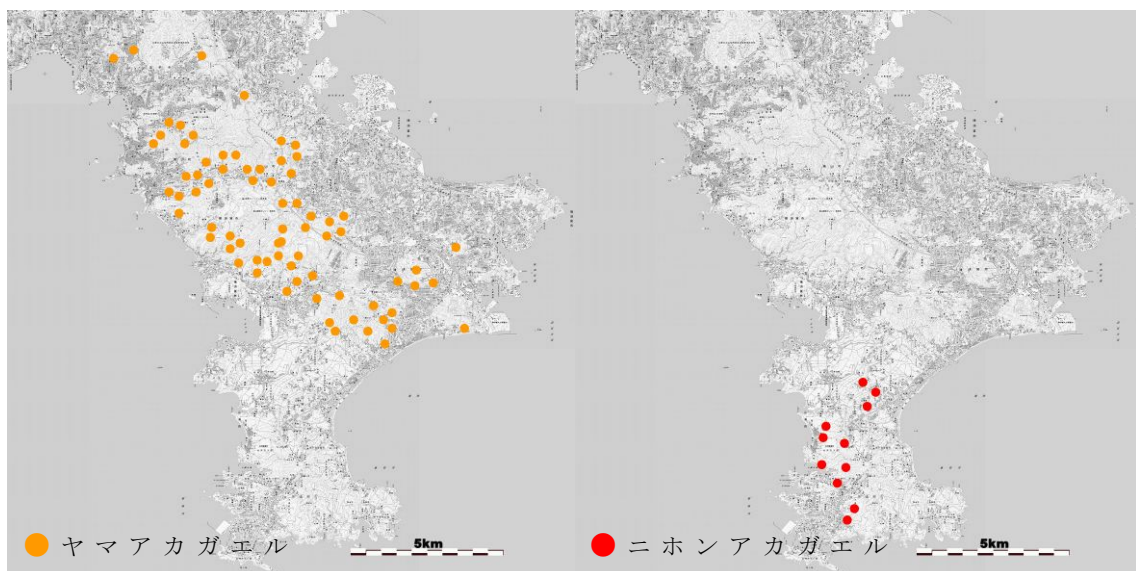
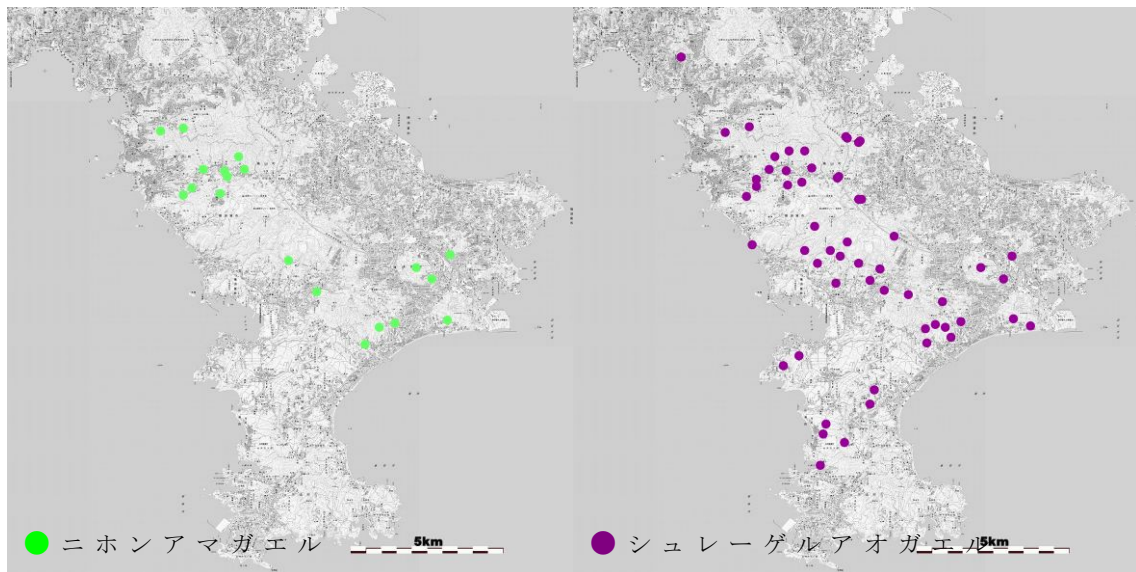


図-3.3.5 カエル類確認地点

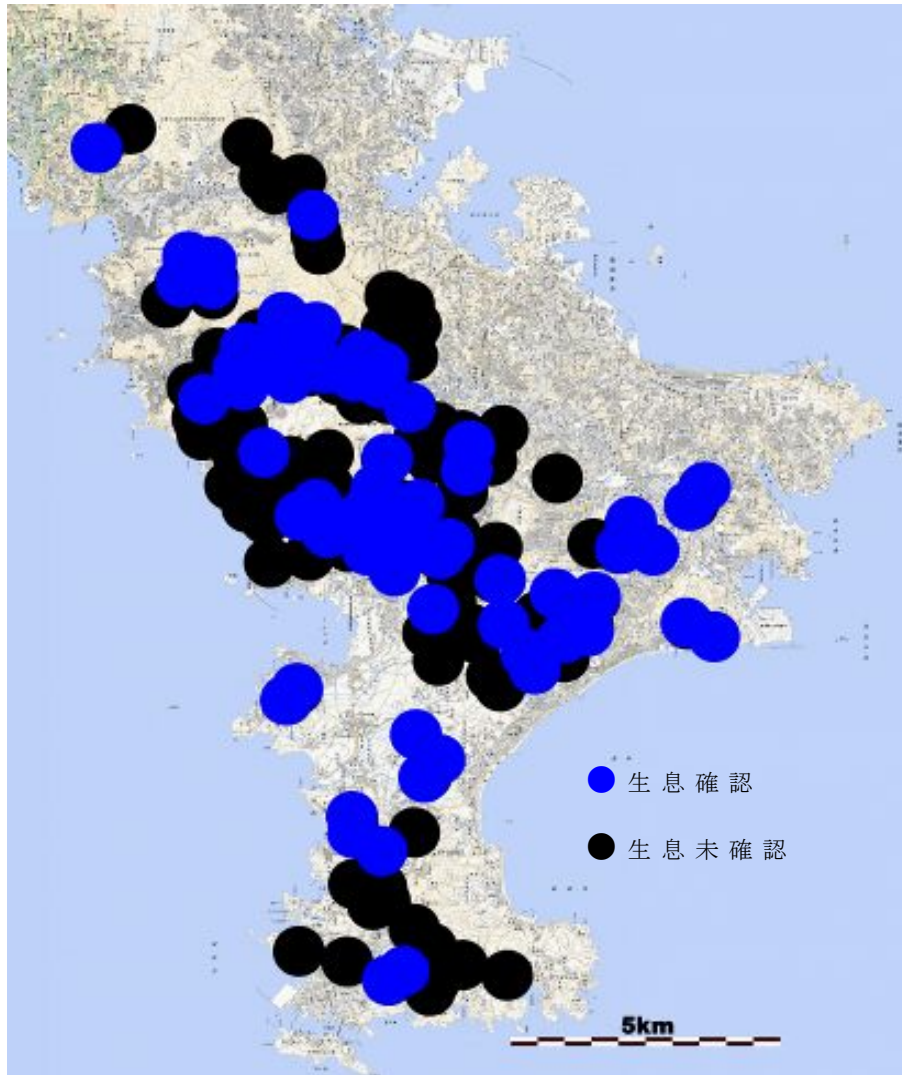


図-3.3.6 カエル類の生息を確認した谷戸
各谷戸中心から半径 500 m の円として表示した

3. 4 谷戸田復田とアカガエル類卵塊数の関係

3. 4. 1 はじめに

三浦半島の谷戸田におけるカエル類の分布から、三浦半島にはカエル類の生息地が潜在的に多数存在すること、それらの半数以上が水田耕作の停止によりカエル類の繁殖環境が悪化していることが確認された。谷戸田における水辺環境保全のアクター育成が課題であるが、首都圏近郊域を中心として近年では市民活動ベースによる環境管理が展開され始めている。そこで、そのような市民活動による谷戸田の復田が行われている箇所での、両生類生息量の増減の一端を把握するため、卵塊数の計測により比較的容易に生息量把握が可能であるアカガエル類を対象として調査を行った。

3.4.2 調査方法

本種は、良好な生息環境が保全あるいは創出されれば規模の大きな個体群を維持できることが知られている（勝野 2004, 大澤ほか 1998, 大澤ほか 2002）。今回実際に市民団体による復田が行われている図-3.4.1 に示した谷戸田 6 箇所を対象地とした。対象地は、谷戸田の規模や復田継続年数、休耕年数に違いはある（図-3.4.2, 表-3.4.1）ものの、復田当初からアカガエル類卵塊数の調査を行った。2010～2014 年に実施し、アカガエル類卵塊数を水田 1 枚ごとに把握した。

各年アカガエルの繁殖期である 2 月～4 月にかけて各調査地をくまなく踏査し、その卵塊数を計測した。アカガエル類は春先に谷戸田等の止水域で成熟メス 1 個体に対し 1 卵塊産卵する（内山ほか 2002）。対象地域にはニホンアカガエルとヤマアカガエルの 2 種が生息しているが、前述のように北部丘陵地域にヤマアカガエル、南部台地地域にニホンアカガエルが現在生息している。かつては丘陵地にニホンアカガエル、台地にヤマアカガエルの記録があったが（柴田 1973, 勝野 2004）、分布域が現在より広がったのか、あるいはかつて正確に分類されておらず 2 種を混同して記録していたのかは現在では不明である。



図-3.4.1 調査対象地

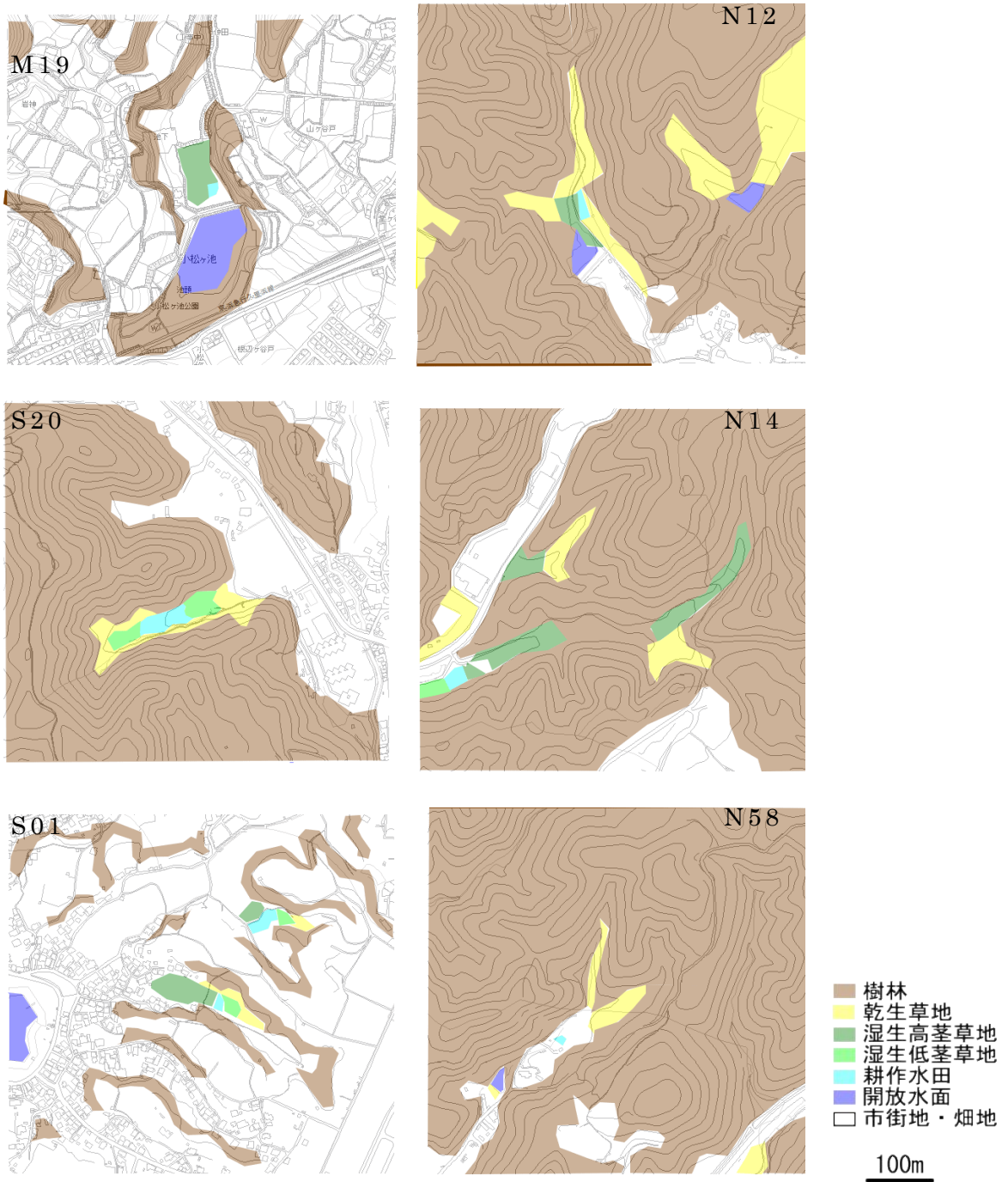


図-3.4.2 各調査対象地における 2013 年現在の土地利用

表-3.4.1 谷戸田別年ごとの復田面積

	N12	N14	N58	S01	S20	M19
2009年(m ²)	-	-	-	-	-	-
2010年(m ²)	-	-	-	-	298	327
2011年(m ²)	-	-	162	-	670	592
2012年(m ²)	-	-	162	-	1,189	592
2013年(m ²)	386	-	162	198	1,737	592
2014年(m ²)	386	417	162	198	1,846	592
谷底面積(m ²)	5,024	11,584	3,530	4,783	4,907	4,808

※- : 復田未実施年

3.4.3 結果と考察

S20, M19 では 2010 年から, N58 は 2011 年から, S01, N12 は 2013 年から, N14 は 2014 年から復田および調査を開始した。谷底面に対する復田割合が最も大きいのは S20 であり, その他は数百 m² 規模であった。結果, 多くの谷戸で復田活動に伴って卵塊数が増加していた (表-3.4.2, 図-3.4.3)。

N58 は復田開始年から倍以上増加した年がある一方で, 復田当初の卵塊数を下回った年も見られた。また, 復田前後でアカガエル類の生息が認められなかった箇所 (S01) も確認できた。これらの 2 箇所は, いずれも 200 m² 未満のごく狭小な谷戸田である。S01 は近隣 500 m 圏内で生息は確認されておらず, 既に不在となっている地域であると思われ, 復田による個体群の回復は見込めない。また, N58 は大規模な丘陵の一角であり, 近隣に生息している谷戸田が多数あることから, 個体の供給は常に見込まれるものの, やはり谷戸田自体が狭小なため, 復田を行った場合でも個体数が安定しないものと考えられる。その他の N12, N14, S20, M19 については, いずれも 300 m² 以上の復田を実施でき, 周囲からの個体の供給も見込める立地にあった。

ヤマアカガエルの生息地で最も卵塊数が多かった S20 では, 単位面積あたりの卵塊数密度は, 復田の経年により低下し, 一旦急激に上昇した卵塊密度は 0.05 卵塊前後となった (表-3.4.3, 図-3.4.4)。また, 新規の復田区画への卵塊の集中が, 復田した年およびその翌年付近で認められた (図-3.4.5)。アカガエルが攪乱による水域の変化を好適にとらえ, アカガエル類の谷底面の攪乱による形成初期の

水域への選好が示された。一方ニホンアカガエルで最も卵塊数の多かった M19 では、単位面積あたりの卵塊数の減少は認められず、0.3 卵塊前後と高い値を示した。

今回、半径 500 m 圏内にカエル類の生息があり、おおむね 300 m² 以上の復田面積が確保できた谷戸田での復田がカエル類の個体数の増加と分散に寄与していることが確認された。一方でヤマアカガエルとニホンアカガエルで卵塊数の変化に違いが見られること、復田の長期的効果の検証の必要があることなどが今後の課題として考えられる。

表-3.4.2 谷戸田ごとの確認卵塊数

	N12	N14	N58	S01	S20	M19
2009年	-	-	-	-	-	-
2010年	-	-	-	-	23	6
2011年	-	-	27	-	87	82
2012年	-	-	63	-	110	259
2013年	0	-	25	0	83	172
2014年	3	2	31	0	96	204

※- : 復田未実施年

表-3.4.3 谷戸田ごとの単位面積あたり卵塊数

	N12	N14	N58	S01	S20	M19
2009年	-	-	-	-	-	-
2010年	-	-	-	-	0.077	0.018
2011年	-	-	0.167	-	0.130	0.139
2012年	-	-	0.389	-	0.093	0.438
2013年	0.000	-	0.154	0.000	0.048	0.291
2014年	0.008	0.005	0.191	0.000	0.052	0.345

※- : 復田未実施年

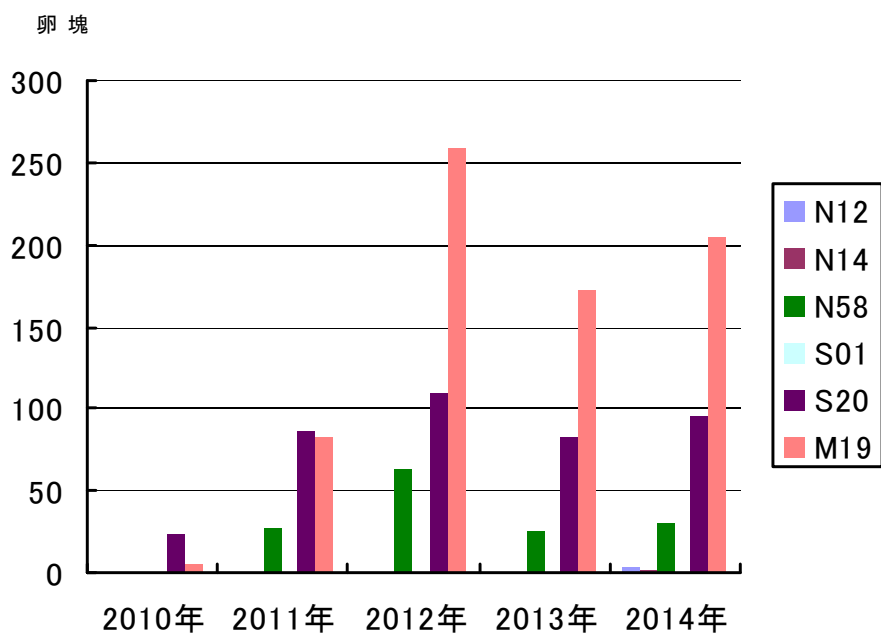


図-3.4.3 谷戸田ごとの確認卵塊数

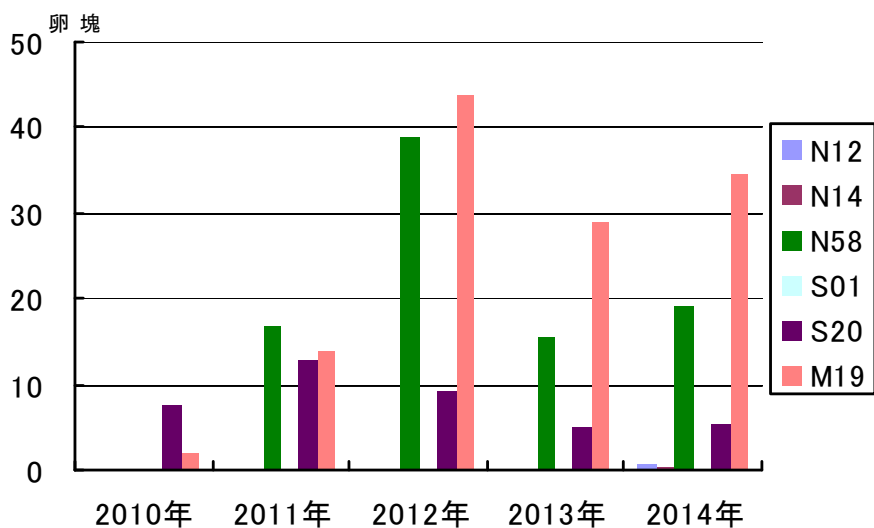


図-3.4.4 谷戸田ごとの単位面積あたりの卵塊数

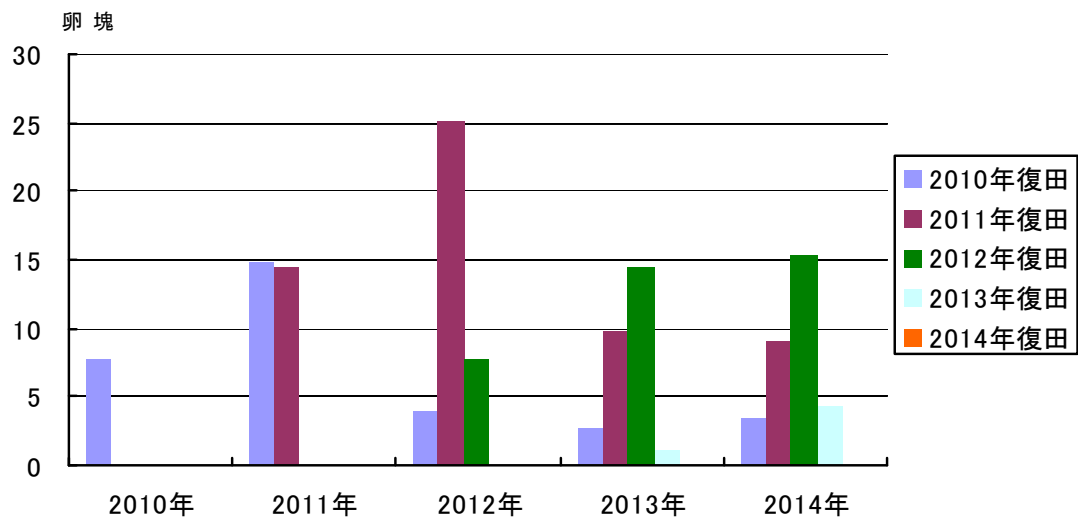


図-3.4.5 S20における単位面積あたりの復田年別卵塊数

3. 5 小括

木曾川河口域の事例では，ベルト・トランセクトにより干拓地水田のカエル相の把握を試みた。生物の生息空間として我が国の水田開拓の歴史を概観すると，干拓地水田は比較的新しい水田立地である（日鷹ほか 2008）。そのような時間的に新しく，また海域を干拓した新たな創出水田環境でのカエル類の侵入・定着の動態は，二次的自然における生物多様性の維持・発現機構解明の一助となり得る。アマガエル，ヌマガエルは強い分散定着能力が確認され，ニホンアカガエルは極めて少数の確認にとどまった。トノサマガエル・ダルマガエルは偏在的な分布を示し，いずれも灌木林等の耕作余白地のある水田地区で確認されたが，トノサマガエルは旧海岸線付近に集中し，ダルマガエルは干拓地にモザイク状に分布していた。

次に，干拓という土地成立時期のファクターをのぞいた大規模区画水田地域でのカエル類の生息数調査を行った。濃尾平野では，ハス田や未圃場整備湿田などの湿潤な耕作環境を有する地区ではカエル類の生息個体数が多く，逆に乾田的な環境では土水路・溜池・耕作年数の如何にかかわらず，わずかな生息にとどまることが確認された。未圃場整備地区より圃場整備されたハス田混在地区の方が圧倒的に確認個体数が多かったのは，未圃場整備地区は水稻のみの作付けにより耕起の時期が画一化される一方，ハス田では水稻とハスという異なる作物の栽培により耕起等の時期に幅があり，より多くの個体が避難することができたためと考えられた。一方で，土水路，溜池の存在はカエル類の生息にあまり寄与しておらず，特に当該地

域特有の輪作は負に作用していた。

上記の平地水田に対し、丘陵地性となる神奈川県三浦半島の谷戸田におけるカエル類の生息分布実態の把握を行った(2013年実施)。残存する谷戸田 167 箇所に対し、耕作水田、湿生低茎草地、湿生高茎草地、乾生草地、樹林に分類した谷戸谷底部の植生状態とカエル類の種組成との対応をみた。カエル類の生息が 0 種は 28%、1~2 種は 51%、3 種以上は 18%であった。また、耕作水田が 5%と最も少なく、樹林が 35%と最も多かった。水田耕作継続との結びつきが最も強い種はニホンアマガエル、次いでニホンアカガエルであった。現在谷底部が乾生草地あるいは樹林化した谷戸であっても、隣接谷戸との連続性によりその多くは潜在的には生息可能な空白パッチであることが示され、今後の水辺環境の復元や創出のアクター育成が課題である。

実際に市民団体による復田が行われている谷戸田 6 箇所ではアカガエル類卵塊数を調査(2010~2014年実施)した結果、いずれの谷戸でも復田活動に伴って卵塊数が増加していた。特に新規の復田区画への卵塊の集中が認められ、アカガエル類の谷底面の攪乱による形成初期の水域への選好が示された。

第4章 サンショウウオ類を指標とした緑地環境の保全に関する研究

4.1 流水域におけるトウキョウサンショウウオの卵囊分布状況および流失割合

4.1.1 はじめに

主に関東地方の丘陵地周辺に生息しているトウキョウサンショウウオ（図-4.1.1）の繁殖は，谷間に散在する水田とその水路，二次林の中にある湧き水のたまった小さな浅い池でなされる（内山ほか 2002）。神奈川県においては，三浦半島の横須賀市・葉山町のみ其自然分布しており，かつては普通に見られる種であった（柴田 1973）。しかし近年は，農業の衰退による水辺環境の変化や，地形の改変を伴う開発事業により生息地が消失，分断され，小さな繁殖集団への孤立が進み，さらには外来生物による被食の影響から，絶滅が危惧されており（金田ほか 1998），神奈川県レッドデータブック 2006 では絶滅危惧 I 類に選定されている（高桑ほか 2006）。

これらの減少要因の一つである生息地の埋め立てを伴う開発工事では，ミティゲーションとして本種の保護のため代替の繁殖環境の整備や近隣への再導入などが行われるケースも増えてきた。しかし，その多くが人工の小規模止水域に移殖するというものであり，各地で整備後の産卵は確認されるものの，個体群の保全に十分な措置であるかは検証されないまま実施されることが多い。例えば，千葉県東金道路（二期）では，地下水の浸出による繁殖水域が埋め立てら

れ，防水シートによる代替繁殖池を造成した結果，3対の卵嚢が確認されたため代替的機能は果たされたとされている（黒木ほか1997）。ただし，これは卵嚢移殖から2年間の調査結果であり（黒木ほか1997），繁殖参加まで雌で5年程度かかる本種（Kusano 1982）の，移殖卵嚢からの孵化個体が産卵したとは考えにくい。同様の代替繁殖地の造成事業は，圏央道（東京都八王子市）・ゴルフ場（例えば千葉県長南町）・産業廃棄物処分場（例えば神奈川県横須賀市）をはじめとする各地の大規模開発事業に伴い行われている。

一方，一般的に止水性とされる本種だが，丘陵地内の小河川や沢の源流部においても産卵している報告（Ihara 2002，小賀野ほか2008）もあり，必ずしも止水域のみを産卵場所として利用している訳ではない。神奈川県横須賀市内の流水域で本種の産卵状況を詳しく調べた先行研究（Ihara 2002）では，川の中の比較的大きな転石の下に産卵すること，それにより卵嚢の流失が防止されていることを示唆している。しかし，石の下の卵嚢の流失はなかったとする一方，堆積土砂による空隙の消失で産卵数が激減する年もあるとしており（Ihara 2002），流水域が安定的な繁殖環境か否か，またどのように個体群の消失を回避しているのかは明らかではない。

現在，三浦半島の流水域下で産卵が見られるのは，主に丘陵地谷底を流れる沢，および耕作放棄後の谷戸田跡地や旧水路を浸食して形成されたリル状の流路における石の下，瀬，淵，地下水路内などである。元来流水環境のみから成る沢でも個体群を維持している一方で，特に耕作放棄された谷戸田跡地を浸食して形成された水路では卵嚢流失が続き個体群が消滅したと考えられる地区も存在する。

すなわち，流水域でも流路の形成時期や形成過程の違いなどの成因の違いに由来する環境条件の違いにより，本種の繁殖成功実態が異なると予想される。流水域に特異的な繁殖成功率の低下要因の一つとして，河川増水時の卵囊の流失があげられる。このため成因の異なる流水域での卵囊の分布する水路構造や卵囊流失割合を把握したうえで，繁殖環境としての流水域の特性や個体群の持続可能性を明らかにすることは，本種の局所個体群保護，特に丘陵地域の小河川や谷戸環境の適切な維持管理，および開発事業等におけるミティゲーション計画を検討する上で重要である。そこで本研究では，沢および耕作放棄された谷戸田といった成因の異なる流水域において水路構造別の卵囊の分布実態やその流失割合を明らかにすることを目的とし，加えてミティゲーションで用いられる小規模止水域の創出による効果についても検証した。



図-4.1.1 トウキョウサンショウウオ *Hynobius tokyoensis*

4. 1. 2 調査対象地および方法

調査対象地は神奈川県横須賀市および三浦郡葉山町を流れる下山川水系の支流 A～D (図-4.1.2) とした。いずれの対象地とも、流水域中で本種の産卵が普通に観察される支流である。A および B は近年の人為的な行為によって改変を受けていない沢状の流水域(以下, A (沢), B (沢)) である。C および D は 1940 年代半ばから 1970 年代にかけて段階的に耕作放棄された谷戸田であり、現在は旧水路や田面を浸食したリル状の流路が谷戸内を蛇行して流れている(以下, C (リル状流路), D (リル状流路))。この C および D は、耕作放棄年数が 30 年以上と長期にわたるため畦畔構造が消失し、かつ植生遷移による陸化が進行しており、近年は後述する創出止水域以外の止水域は存在しない。これらの 4 支流域は、分水嶺で隣接しているものの、各支流が注ぐ本流との間にはいずれも垂直のコンクリート堰堤があり、水系沿いの個体移動は不可能と判断される。また、本流自体も 3 面コンクリート張りであり、本種幼生の生育は困難と判断される。なお、各支流の集水域は、いずれも多くはヤブツバキクラスの二次林としてハゼノキ・カラスザンショウ群落となっている(横須賀市 2001, 神奈川県教育委員会 1972)。

本種の産卵は対象地域では 1 月下旬から開始されることから(柴田 1973), 2009 年 1～4 月, 2010 年 1～4 月に現地において目視により卵囊の賦存状況の調査を行った。調査は、各支流の源流部から本流合流点までの全域を踏査し、これを各支流とも月 1 回以上行った。確認された卵囊ごとにその確認場所を記録し、孵化前に消失した卵囊数(孵化して消失した可能性のある卵囊は除く)から卵囊流

失割合を算出した。なお、上流域から流下したものが個々の卵囊確認地点に滞留した可能性も否めないため、本研究では流失割合について主に考察し、水路構造別での産卵選好性についての評価は行わなかった。

次に、水路構造と周辺環境を把握するため、環境調査を行った。卵囊が確認された水路構造の区分については、地表部の水路、および湧水点に至るまでの地中の水路と表層水が一端伏流した地下を流れる水路の「地下水路」にまず大別した。次に、地表部の水路は「淵」および「瀬」に区分した(図-4.1.3)。さらに、既往研究(Ihara 2002)において流水中の転石の下で多くの産卵が報告されているため、今回、淵・瀬の区分にかかわらず転石の下で確認されたものは「石の下」とした。そして、各水路構造の存在量を把握するため、水路構造別に流路延長を計測した。ただし、「地下水路」は最奥部まで計測できないため概数値である。また、転石のある区間の「石の下」以外(側方や上面の水中)は「瀬」「淵」と判断されるため、「瀬・淵」の延長とは独立して計測している。

周辺環境として植生(植生図より)、水路上空の優占種および被度(目視)、また、源流部から本流との合流点までの流長規模(地形図より)、各水路構造の流路延長(実測)、川幅範囲(実測)、平均河床勾配(地形図より)、優占的な河床材料(目視)、流速(河川用電磁流速計 AEM1-D, JFE アドバンテック)について把握した。2009年調査時には、平常時・増水時の流速についても記録し、期間中の降水量データと比較した。流速は、降雨のない2009年1月27日を平常時、期間中最大の降水量だった1月31日を増水時とし、ある

程度の流量が確保される合流点付近の瀬において水深 5 cm, 川幅 50 cm 前後を確保できた任意の 5 地点で測定し, 平均値を求めた。また, 各水域にサーモリーフを設置し, 水温の変動を記録した。気温・降水量については気象庁横浜地方気象台のデータを用いた。

加えて, 本来流水・止水のどちらの水域でも定着できる種であるのか, または水田等の止水域繁殖空間が消失したためやむを得ず流水域で産卵しているのかを確認するため, C および D (リル状流路) の調査地には 1~5 m² で水深 10 cm 前後の小規模な止水域 (以下, 「創出止水域」) を休耕田内に数カ所設け (C: 3 個, D: 1 個, いずれも 2008 年 12 月に人力により整備), 流水域との卵嚢数を比較した。

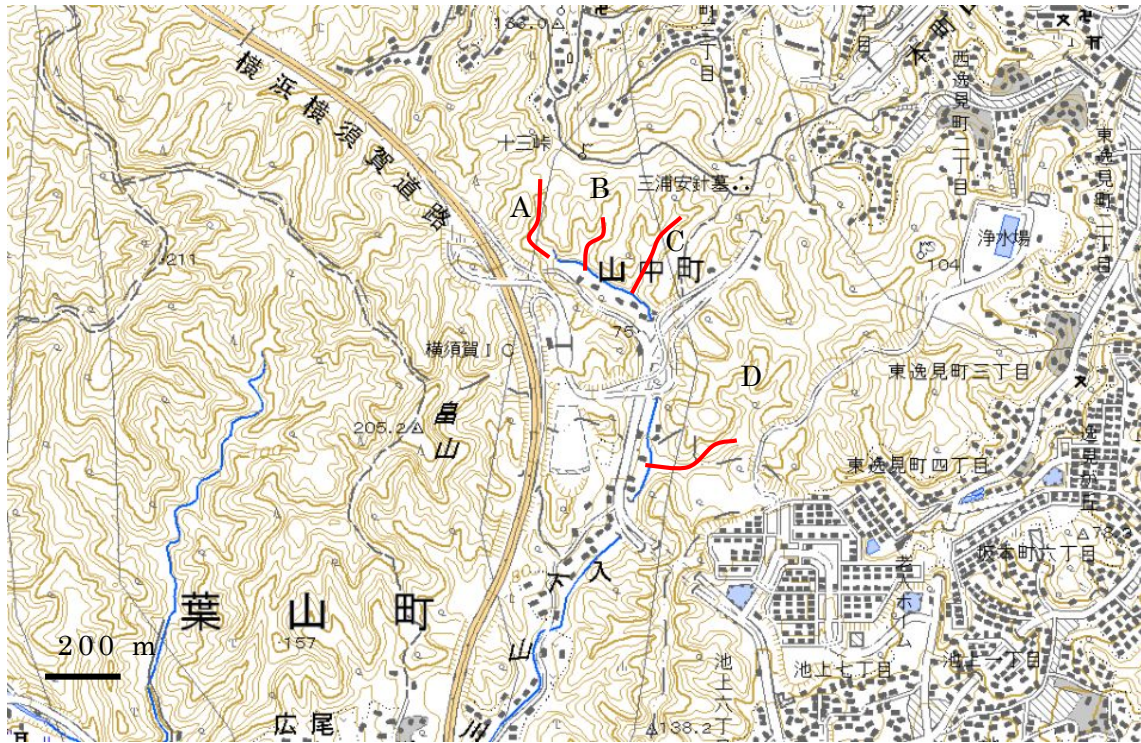


図-4.1.2 調査区間

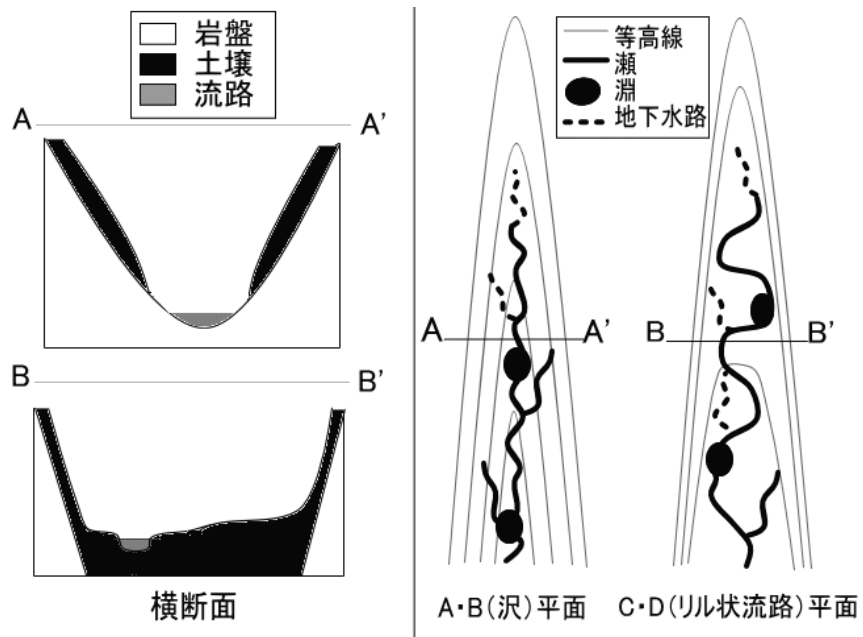


図-4.1.3 調査地における水域の状態の模式図

4. 1. 3 調査結果

(1) 流水中の卵嚢数と流失状況

本調査期間中に、4地点合計で178卵嚢(2009)、356卵嚢(2010)確認され(表-4.1.1)、年による卵嚢数の大きな変動が認められた。また、2カ年を合わせると、AおよびB(沢)で158卵嚢、創出止水域を除くCおよびD(リル状流路)で224卵嚢、さらにCおよびD(リル状流路)の創出止水域152卵嚢が確認された。水路構造別では、A(沢)は石の下(2009年14卵嚢、2010年36卵嚢)もしくは淵(2010年44卵嚢)で多く確認されたが、瀬や地下水路でも卵嚢が確認された。一方、B(沢)では2009年、2010年とも卵嚢はほぼ石の下に限られていた。創出止水域を除けば、C(リル状流路)は石の下、淵、瀬でも比較的多く(12~51卵嚢)確認され、D(リル状流路)は特に2010年の地下水路で43卵嚢を確認し、いずれの水路構造よりも突出していた。なお、地下水路の卵嚢は地下水路の出口付近に集中して確認されたため、地下水路を破壊せずに計数できた。

卵嚢は、石の下では石そのものや石の下の空隙に在った落枝や礫への付着が多かった(図-4.1.4)。淵では落枝に付着していたものが多いが、一部は付着部位が既に外れた状態での確認であった。瀬では、全て付着部位が既に外れた卵嚢であった。地下水路では、地下水路の壁面に付着していたものもあったが、多くは付着部位が既に外れた状態であり、図-4.1.5のように流下途中のものも確認された。これら地下水路の出口付近にある卵嚢は、今回「地下水路」での確認として記録したが、このような状態の卵嚢はCおよびDでのみ確

認された。

創出止水域を除く 2 カ年の平均流失割合を求めたところ， A および B（沢）で 48.7%， C および D（リル状流路）で 76.8%であった（図-4.1.6）。水路構造別では， A および B（沢）では，瀬で確認された卵嚢は全てもしくは大部分が流出し（67～100%），石の下でも半数以上（56～86%）が流失していた。これに対し，淵や地下水路で確認された卵嚢の流失は少なかった（ただし 1 卵嚢しか確認されなかった 2009 年の B（沢）の流失割合の値自体は 100%）。

C および D（リル状流路）では瀬や石の下（50～100%）に加え，淵（50～80%）や地下水路（77～100%）等いずれの水路構造においても高い流失割合を示した。

（2）環境調査

本種の繁殖期間と考えられる 1 月下旬から 4 月上旬の降水量をみると， 2009 年は計 314 mm， 2010 年は計 351 mm であり，大きな違いは認められなかった。ただし， 1 日当り 10 mm 以上の降雨のあった日数は 2009 年が 9 日， 2010 年が 13 日であり，まとまった降雨の日数には若干差が認められた（図-4.1.7）。

A～D の水路構造および周辺環境は，表-4.1.2 に示すとおりである。いずれも水路上の植生の被度は高く，スギ，アズマネザサやコクサギ，アオキなどで被われていた。流長規模は 200 m 前後，川幅の広い部分は 0.9～1.1 m とほぼ同様であるものの，平均勾配は A および B（沢）が若干急傾斜であり，河床材料もより粒径の大きいものや岩盤で構成されていた。それに比べ C および D（リル状流路）

は緩傾斜であり、河床材料は粘土やシルトなど谷戸底の土壤が露出していた。また、水路構造毎の流路延長は、A および B (沢) では瀬および転石が存在する河床の流路延長がそれぞれ 102.8～155.8 m と大半を占め、淵および地下水路は 17.5～37.2 m とわずかな存在量であった。C および D (リル状流路) では瀬のみが 162.3～182.8 m と大半を占め、それ以外の水路構造は 28.8～74.2 m と多くはなかった。

流速は、平常時はいずれも毎秒 10 cm 程度の細流であったが、増水時には A および B (沢) では平常時の 1.3～3 倍、C および D (リル状流路) では 10 倍以上の流速を示した (表-4.1.2, 図-4.1.7)。水温は図-4.1.8, 4.1.9, 4.1.10 の通りであり、A(沢)では 9.0 ± 1.1 °C (n=67) (平均値±標準偏差)、B (沢) では 9.3 ± 1.4 °C (n=67)、C (リル状流路) では 6.9 ± 2.3 °C (n=67)、D (リル状流路) では 8.7 ± 1.6 °C (n=67) となり、A (沢) および B (沢) でより変動幅が小さく平均水温も高いため、本種の繁殖水域としてより安定していた。

また、各水路構造の存在量から卵囊の確認状況の集中度合いについて示すため、1 m あたりの水路構造中における卵囊数を算出した (図-4.1.6)。図中の流失卵囊数と残存卵囊数の合計が、各水路構造における 1 m あたりの確認卵囊数となる。

(3) 創出止水域の卵囊数と確認状況

C および D (リル状流路) の谷戸内における創出止水域では、2 年の合計で 152 卵囊を確認したが、これは C および D (リル状流

路)での総卵囊数(224卵囊)の40%にあたる。また、流失割合は0~14%と低く、強い降雨による流入があってもほとんど流失しなかった。ここでは卵囊は水没したアズマネザサや灌木類の枝に付着していたものが多かったが、付着部位が既に外れた状態の卵囊も流失はほとんど観察されなかった。

表-4.1.1 水路構造別卵囊数および流失割合

調査年	調査地	石の下			淵			瀬			地下水路			創出止水域			総卵囊数
		卵囊数	流失数	割合(%)	卵囊数	流失数	割合(%)	卵囊数	流失数	割合(%)	卵囊数	流失数	割合(%)	卵囊数	流失数	割合(%)	
2009年	A(沢)	14	12	86	0	0	-	6	4	67	1	0	0	-	-	-	21
	B(沢)	10	6	60	0	0	-	2	2	100	1	1	100	-	-	-	13
	C(リル状流路)	12	10	83	19	11	58	17	17	100	2	2	100	70	0	0	120
	D(リル状流路)	4	4	100	4	2	50	0	0	-	2	2	100	14	0	0	24
2010年	A(沢)	36	20	56	44	4	9	8	8	100	14	2	14	-	-	-	102
	B(沢)	22	18	82	0	0	-	0	0	-	0	0	-	-	-	-	22
	C(リル状流路)	20	10	50	51	41	80	16	14	88	0	0	-	58	8	14	145
	D(リル状流路)	12	10	83	15	9	60	7	7	100	43	33	77	10	0	0	87
合計	A・B(沢)	82	56	68	44	4	9	16	14	88	16	3	19	-	-	-	158
	C・D(リル状流路)	48	34	71	89	63	71	40	38	95	47	37	79	152	8	5	376

表-4.1.2 水路構造および周辺環境

	A(沢)	B(沢)	C(リル状流路)	D(リル状流路)
植生	ハゼノキーカラスザン ショウ群落	ハゼノキーカラスザン ショウ群落	ハゼノキーカラスザン ショウ群落	ハゼノキーカラスザン ショウ群落
水路上の優占種	アオキ、スギ	アオキ、スギ	アズマネザサ	アズマネザサ、コクサギ
水路上の被度	80~100%	80~100%	80~100%	80~100%
流長規模(m)	201	166	252	197
瀬の流路延長(m)	155.8	137.1	182.8	162.3
淵の流路延長(m)	37.2	26.7	54.9	32.5
転石のある流路延長(m)	102.8	107.7	74.2	49.9
主要な地下水路延長(m)	17.5	21.2	28.8	40.1
代表的な川幅範囲(m)	0.19~1.02	0.13~0.90	0.08~1.14	0.13~0.93
平均河床勾配(%)	8.9	9.0	6.7	6.1
優占的な河床材料	岩盤、転石、砂礫	岩盤、転石、砂礫	粘土、転石、シルト	粘土、転石、シルト
平常時流速(m/s)	0.102	0.034	0.036	0.046
増水時流速(m/s)	0.132	0.098	0.494	0.535

※転石のある河床延長は、淵および瀬の流路の一部である。



図-4.1.4 石に付着している卵囊



図-4.1.5 地下水路から流失中の卵囊

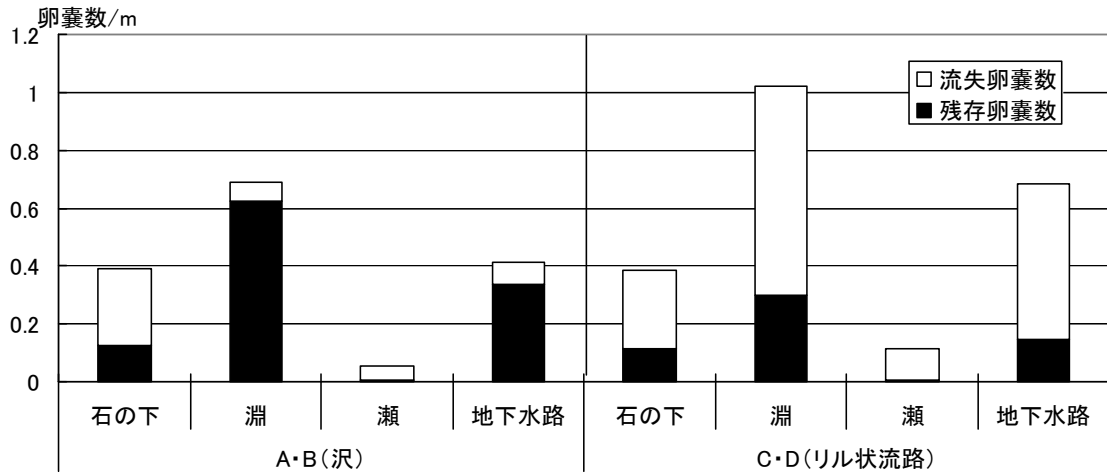


図-4.1.6 水路構造 1 m あたりの流失卵囊数および残存卵囊数
 ※2009, 2010年の2カ年の合計卵囊数および表2における各水路構造の存在量から算出した。

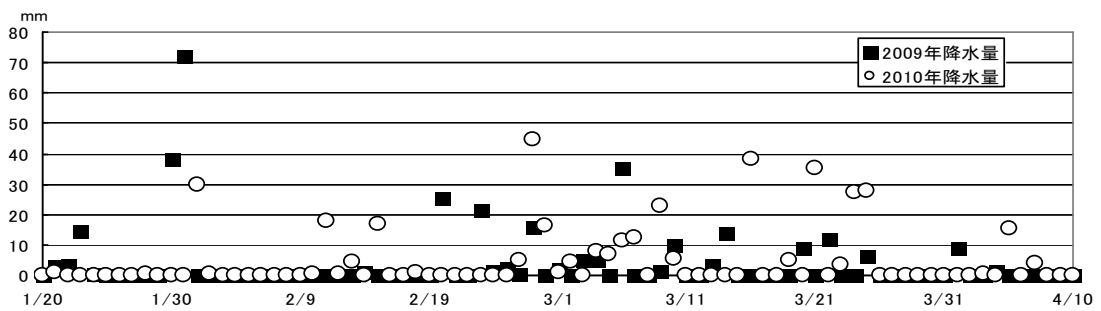


図-4.1.7 調査期間中における降水量

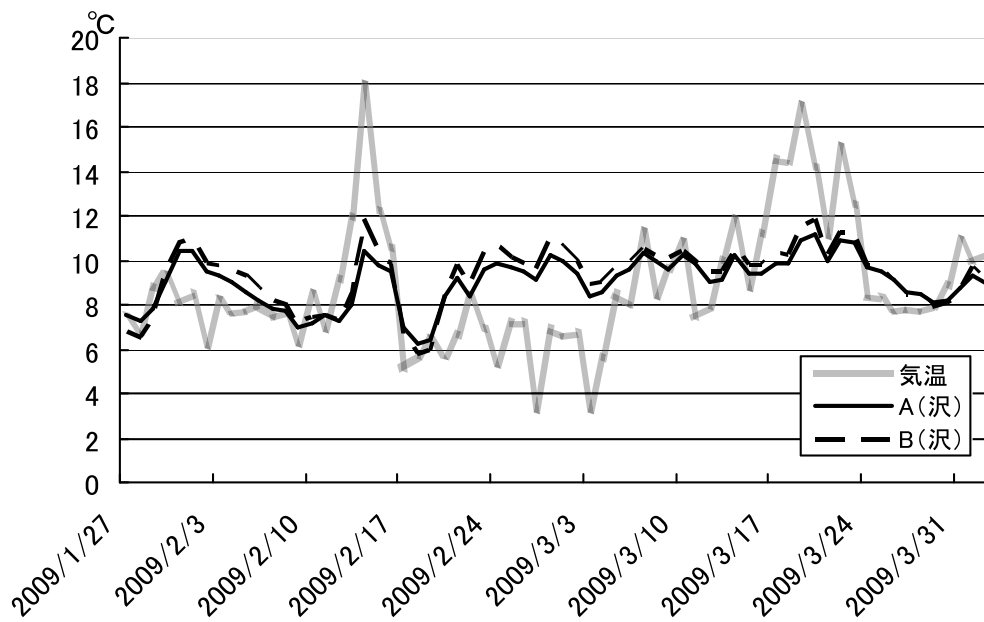


図-4.1.8 沢における水温の変動

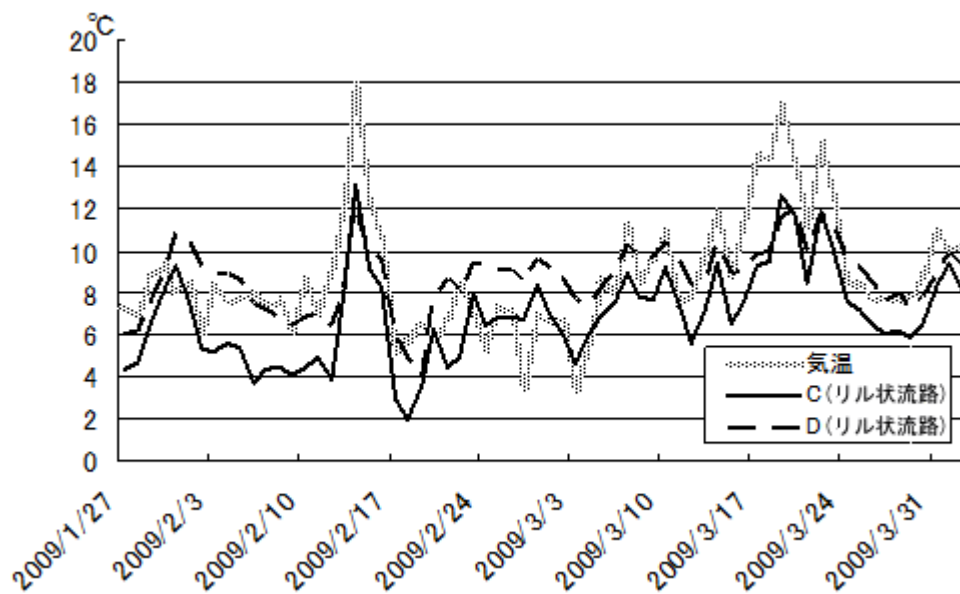


図-4.1.9 リル状流路における水温の変動

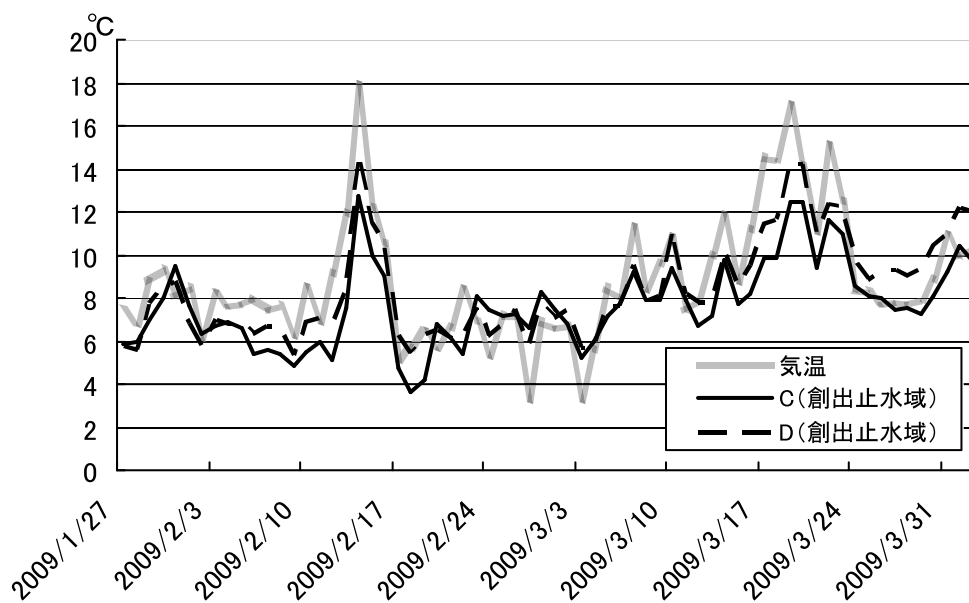


図-4.1.10 谷戸の創出止水域における水温の変動

4. 1. 4 考察

(1) 水路構造別の卵囊数および流失割合

総卵囊数は、4地点合計で2009年より2010年が2倍多く確認され、A(沢)で最大5倍程度の卵囊数の年変動が認められた。三浦半島では本種の卵囊数の年変動が大きいことが筆者らの観察から確認されており、また、三浦半島における卵囊数のモニタリング報告(金田ほか1998)から、この短期的な増減も変動振幅内と推察される。

AおよびB(沢)では、石の下での確認卵囊数が最も多く(82卵囊)、これは既往研究(Ihara 2002)と同様の結果であった。次いで淵(44卵囊)で多く確認されたが、その各水路構造の流路延長から1mあたりの卵囊数に換算すると淵に顕著な集中がみられ(0.69/m)、石の下の卵囊分布量は淵に比べ少ない(0.39/m)と言える。本種は卵囊を水中の枝や石などに付着させて産卵するが(内山ほか2002)、流水域中で産卵する場合は、産卵期にオスが石の下の適当なくぼみに入りメスを待つ習性があり(Ihara 2002)、これは卵囊の流失を防ぐためなど好適な産卵ポイントを確保するための行為と考えられている。調査地の河床材料は、AおよびB(沢)では砂礫あるいは岩盤の上に転石があり(表-4.1.2)、石の下に産卵に適した空隙ができやすい環境と考えられた。しかし、流路延長の短かった淵において卵囊分布の集中が認められたこと、さらに流失されることなく残存した卵囊数が石の下(0.12/m)に比べ淵(0.63/m)の方が圧倒的に多かったことから、既往研究(Ihara 2002)とは異なりAおよびB(沢)では淵が卵囊にとって最も安全な環境であると

推察された。また、それぞれ 16 卵囊と確認数は少なかった瀬および地下水路においては、瀬の密度は極めて低く (0.05 /m), 存在量の少ない地下水路に卵囊分布が集中し高い値 (0.41 /m) となり、さらに地下水路ではその流失割合も低い値 (19%) を示した。なお、瀬での確認はいずれも基物への付着が認められず、流下途中の卵囊の可能性が高い。降雨による流速変化が比較的安定 (表-4.1.2) している A および B (沢) では、急激な増水がないため地下水路や淵での卵囊の流失も少ないものと考えられた。

C および D (リル状流路) の流水域では、淵での確認卵囊数が最も多く (89 卵囊), 水路構造 1 m あたりの卵囊数でも同様に高い値 (1.02 /m) を示したものの、そのうちの 71% が流失した。それ以外の水路構造中の確認卵囊数は 40~48 卵囊とほぼ同様な値を示し、1 m あたりの卵囊数は淵に次いで地下水路が多かった (0.68 /m) が、A および B (沢) に比べ流失卵囊数が多かった (0.53 /m)。石の下および瀬については、1 m あたりの残存卵囊数および流失卵囊数ともに A および B (沢) とほぼ同様な値を示した。総じて、各水路構造 1 m あたりにおける卵囊数はいずれも A および B (沢) より多かったが、流失割合が全体的に高く (71~95%), 残存卵囊数ではいずれも A および B (沢) を下回った。C および D (リル状流路) は強雨により流速が著しく増加していることから (表-4.1.2), 淵や地下水路での卵囊の付着能力を上回る水圧がかかり、流失しやすい環境であると考えられる。C および D (リル状流路) は本来の水田面や旧水路を浸食して形成された流水域であり、谷戸底の土壌を浸食しながら水路が発達している。そこでは、瀬や淵の河床材料である土

壤自体の浸食・剥離が広範囲で観察されており，これも卵囊の流失リスクの増加に寄与しているものと考えられる。

(2) 創出止水域の効果

C（リル状流路）に3箇所した創出止水域では，2カ年で128卵囊が確認され，同様にD（リル状流路）に1箇所設置した創出止水域では24卵囊が確認された。1箇所（平均3.25 m²）あたり平均38卵囊となり，尺度は異なるものの水路1 mあたりの卵囊数よりも顕著に高い値を示した。流失割合も5.3%と著しく低いことから，本種の卵囊にとって好適な環境であるといえる。すなわち，本種の止水域への選好性が示され，CおよびD（リル状流路）における流水域への産卵は谷戸田の消失による代償的な行動である可能性が強く示唆される。なお，D（リル状流路）は，2009年に対し2010年の総卵囊数が著しく増加したにも関わらず，創出止水域の卵囊数はほぼ同数であったが，これは創出止水域の面積的な許容量（2 m²前後，水深10 cm前後）が影響していると考えられた。

(3) 保全への提案

本研究によって，流水環境であってもその成因により，沢状の水路を長年維持してきた流水域と，耕作放棄された谷戸田を浸食して発達している流水域とでは繁殖環境としての質が大きく異なっていることが確認された。

本種の繁殖空間，とりわけ代償ミティゲーションなど新たな生息環境の創出事業においては，一般に産卵環境となる浅い止水環境の

確保・保全が注目されてきた。C および D（リル状流路）のように以前は水田として本種の繁殖環境を提供してきた地域においては、耕作放棄されたために止水環境が消失するうえ、水路では卵囊の大半が流失し、本種の繁殖に大きな負荷をかけていることが確認された。このような生息域の個体群の保全には、谷戸田状の安定した止水環境の確保・創出が効果的と考えられる。しかし、今回創出止水域を利用する個体群の持続性の検証には至っておらず、止水域の整備のみで耕作放棄された谷戸に生息する個体群の保全策となりうるかは明確ではない。

一方で、A および B（沢）のように以前から止水域が存在しない地域では、淵や地下水路などで卵囊の流失を低く抑えていることが確認された。このような流水域の個体群の保全には、地下水系の保全を含め、水路構造の多様性や一定の流定距離（本研究では 200 m 程度）を確保し、産卵可能かつ流失リスクの低い水路構造が水路全般に数多く存在していることが必要である。

今後は各環境下において幼生の生存率や空間利用様式などの孵化後の動態も比較し、流水域と止水域、谷戸田を浸食して形成されている流水域と沢状の流水域での違いを把握、検討する必要がある。

4.2 U字溝における簡易なトウキョウサンショウウオの繁殖場創出の検討

4.2.1 はじめに

神奈川県内に生息するトウキョウサンショウウオの繁殖個体の総数は1000個体程度と決して豊富でないと推察されており（小田谷ほか 2011）、生息地は細かく分断され、それぞれの個体群が小さな繁殖集団に孤立させられており、絶滅を危ぶまれる状況にあると考えられている（金田 2008）。本種は流水域でも繁殖することが確認されているが、その環境形態により繁殖成功率は大きく変動している。現在繁殖が確認されている地域では、水田の耕作放棄により止水環境が消失し、さらに耕作放棄水田や旧水路を浸食して形成されたリル状の流路では卵囊の大半が流失しており、本種の個体群維持に負の影響が生じていることが明らかになっている。

適切な繁殖水域が消失したためにコンクリート製のU字溝や集水升等を産卵場所としているグループも確認されているが、そのほとんどは水域の枯渇や増水時の流失により健全な世代交代が極めて困難な状況である。しかしながら、地域全体の個体群保全を考えると繁殖個体数と遺伝的多様性の確保が重要であり、将来消失すると思われるような狭小で脆弱な繁殖集団であっても軽視することは出来ない。このような不適當な繁殖域においても、広く応用できる技術的な保全手法の確立が求められる。ここでは、図-4.2.1、4.2.2の例年本種が100卵囊以上産卵するもののほぼ全卵が流亡するU字溝において、個体数のボトムアップの可能性を探るため、U字溝に流亡・

枯渴防止構造を加えて卵嚢数・成体数のモニタリングを実施した。



図-4.2.1 古い U 字溝内で観察される成体



図-4.2.2 調査地の U 字溝

4. 2. 2 調査対象地および方法

神奈川県横須賀市池上に位置する本種の産卵地は、図-4.2.3のように樹林地に隣接するU字溝である。以前は樹林内に存在する池に産卵していたが、2000年以降この池に水域が生じなくなったため、U字溝で産卵するようになった。2007年は150卵囊、2008年は198卵囊が確認されており、三浦半島内では比較的大規模な繁殖集団である（小田谷ほか 2011）。

このU字溝15mの区域内に卵囊の流失を抑制する木製の堰を設置し、人工的に水深0～2cmで距離50cmの浅水域と水深5～15cmで距離200cmの深水域を交互に6箇所設けた（図-4.2.4）。調査は2009年1月～4月に9回、2010年1～4月に8回産卵数および成体数のカウントを実施し、浅水域および深水域での比較を行った。

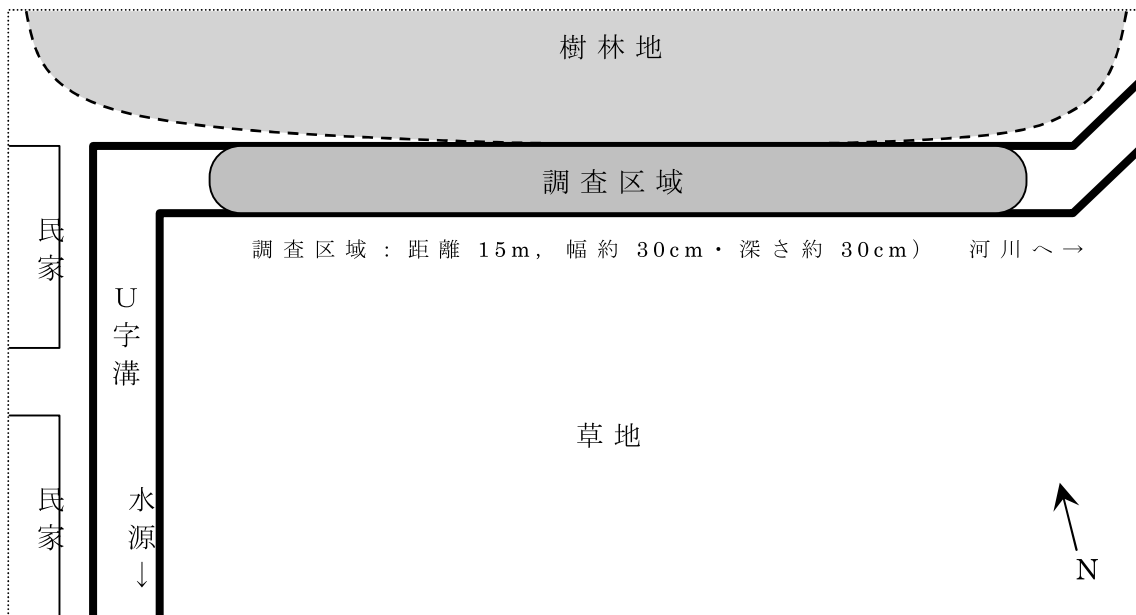


図-4.2.3 調査地概要

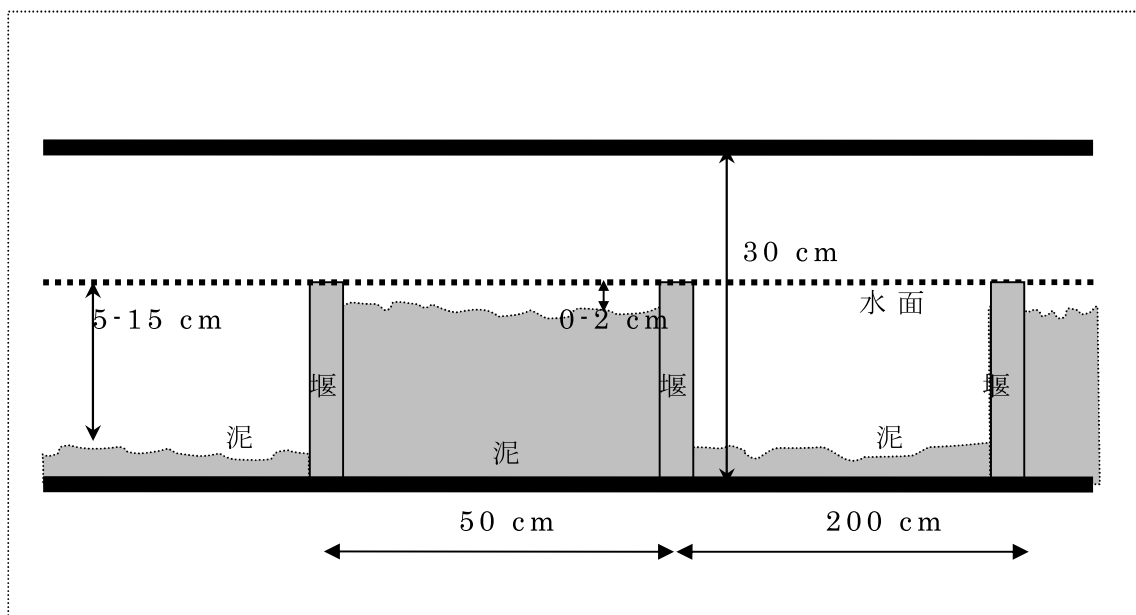


図-4.2.4 堰を設置した状態の U 字溝断面図

4. 2. 3 調査結果

卵嚢はそのほとんどが U 字溝内の壁面や落葉落枝などに付着した状態で確認された。2009 年は 128 卵嚢，2010 年は 117 卵嚢を確認し，2007～08 年から若干減少しているものの毎年 100 卵嚢以上を確認できた（表-4.2.1，4.2.2）。2009 年は浅水域で 86 卵嚢（1 m あたり 28.6 卵嚢），深水域で 42 卵嚢（1 m あたり 3.5 卵嚢）が確認された（図-4.2.5）。2010 年は浅水域で 34 卵嚢（1 m あたり 11.3 卵嚢），深水域で 83 卵嚢（1 m あたり 6.9 卵嚢）が確認され，程度は異なったものの両年とも浅水域に卵嚢の集中が見られた。2 カ年を合計すると，浅水域では 1 m あたり 40 卵嚢，深水域では 1 m あたり 10.4 卵嚢と浅水域で 4 倍多く確認された。

成体数では，2009 年は浅水域で 13 個体（1 m あたり 4.3 個体），深水域で 34 個体（1 m あたり 2.8 個体）が確認された。2010 年は浅水域で 33 個体（1 m あたり 11 個体），深水域で 90 個体（1 m あたり 7.5 個体）が確認され，浅水域が若干上回るものの大きな差は見られなかった。2 カ年を合計すると，浅水域では成体は 15 個体，深水域では 1 m あたり 10.3 個体とどちらの環境でも同程度に確認できた。

表-4.2.1 2009年の卵嚢数および成体数

区間	距離 (cm)	1月4日		1月27日		1月31日		2月15日		2月22日		3月8日		3月17日		3月21日		3月23日	
		卵嚢	♂ ♀	卵嚢	♂ ♀	卵嚢	♂ ♀	卵嚢	♂ ♀	卵嚢	♂ ♀	卵嚢	♂ ♀	卵嚢	♂ ♀	卵嚢	♂ ♀	卵嚢	♂ ♀
上流	深水1	200		10	1		1	4											
	浅水1	50			2			4											
	深水2	200	2	2	2		5	1				3		4					1
	浅水2	50		48	1		23	2											
	深水3	200		2	1			3	1					7	1				
	浅水3	50	1		1			1											1
	深水4	200	2					1		1	1		1						
	浅水4	50	1			1	2												7
	深水5	200				1	2			3	5	1	1	1			2	2	
	浅水5	50					1												
	深水6	200					1												
下流	浅水6	50								2		1							
合計	浅水域	卵嚢		48		24		4		2		1							7
	浅水域	成体	2	4		6													1
	深水域	卵嚢		14		2		4		4		4		12		2			42
	深水域	成体	4	4		11	3			6		2		1		2			1
																			34

表-4.2.2 2010年の卵嚢数および成体数

区間	距離 (cm)	1月29日		2月9日		2月13日		2月17日		2月21日		3月3日		3月8日		3月14日	
		卵嚢	♂ ♀	卵嚢	♂ ♀	卵嚢	♂ ♀	卵嚢	♂ ♀	卵嚢	♂ ♀	卵嚢	♂ ♀	卵嚢	♂ ♀	卵嚢	♂ ♀
上流	深水1	200					2		2	1							
	浅水1	50						4	1			2					2
	深水2	200		4	4	2	4	1	4	10	4	2			1		
	浅水2	50	4	1				1	2		1		3		1		2
	深水3	200			5	8	1		7	3	9	5	4	1		1	5
	浅水3	50		2	1	4			1		2		2	3	2		
	深水4	200	1	3		4	3	6	1	1	4	1	9	3	4		1
	浅水4	50	2		1	1	2	1	2	1			2				3
	深水5	200			8		4	1	2	4	2	1	2				3
	浅水5	50					1		2	2			3				1
	深水6	200		3		2		3	2				3	1			3
下流	浅水6	50		1													2
合計	浅水域	卵嚢	4		1		4		8				7				10
	浅水域	成体	4		2		5	2	5		3		8		3		1
	深水域	卵嚢	1		12		13		18		19		14		5		1
	深水域	成体	6		15		18	2	19		9		8		1		12
																	34
																	33
																	83
																	90

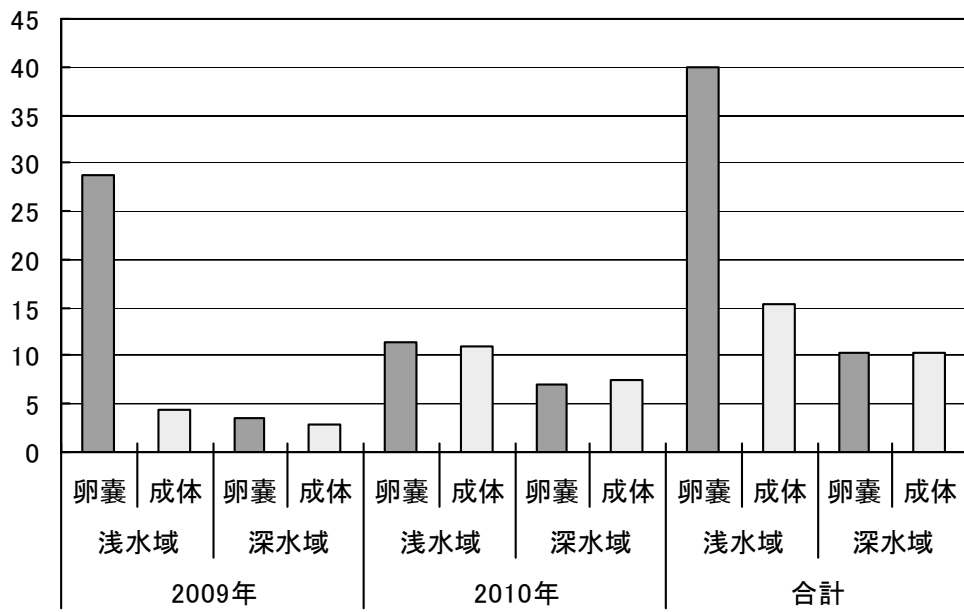


図 -4.2.5 U字溝 1 m あたりの平均卵囊数および成体数

4. 2. 4 考察

2010年時点での本種の推定成体数は146個体であり、100年後の95%生存の最小存続可能個体数(MVP)の100個体を上回っているため、現時点で保全策を講じれば遺伝的多様性も保たれ将来にわたって存続できる繁殖集団であると判断できた。

卵嚢確認場所は浅水域で120卵嚢、深水域で125卵嚢とほぼ同数が確認されたが、単位距離あたりでは浅水域で4倍多く確認され、選好性が認められた。浅水域の水深は卵嚢全体が水に浸るか若干上部が空気中に出る程度しかなく卵嚢が座礁しているような状態であるため、水流で卵嚢が移動することはない。一方深水域では、卵嚢は常に水流の影響を受け、下流側に引っ張られる力が加わっている。U字溝のように卵嚢の流失が危惧される産卵地では、成体が意図的に卵嚢の固定能力の強い箇所に選んで産卵したものと思われる。

成体は浅水域で46個体、深水域で124個体確認され、単位距離あたりでは両者に顕著な差は認められなかった。確認されたのはほとんどがオスの成体である。本種のオスは産卵場所にテリトリーを持ち、産卵可能なメスが来るのを待機する習性があるが、そのためにいずれの水路構造でもほぼ一定の間隔で確認されるものと思われる。このように、U字溝の構造を工夫することで産卵適地と成体の繁殖待機場所を創出することも可能であることが確認された。

4. 3 小括

三浦半島中部の丘陵地谷底を流れる沢および耕作放棄後の谷戸田跡地や旧水路を浸食して形成されたリル状の流路におけるトウキョウサンショウウオの卵囊分布状況および流失割合を検討した。2009～10年の調査により、4地区で534卵囊が確認された。降雨による流速変化が比較的安定している「沢」では、地下水路や淵での卵囊の流失が少なかった。「リル状流路」では、各水路構造1mあたりにおける卵囊数はいずれも「沢」より多かったが、流失割合が全体的に高く(71～95%)、残存卵囊数ではいずれも「沢」を下回った。「リル状流路」においては、耕作放棄されたために止水環境が消失したうえ、水路では卵囊の大半が流失し、本種の個体群維持にとって大きな問題であることが確認された。このため、水田状の安定した止水環境の確保・創出が本種の保全に重要と考えられる。一方「沢」では、地下水系の保全を含め、水路構造の多様性や一定の流定距離を確保し、産卵可能かつ流失リスクの低い水路構造を水路全域に確保することが重要である。

次に、卵囊の流亡率が高いと判断されるU字溝において、トウキョウサンショウウオが繁殖可能となる改善策を検討した。15mの区間に卵囊の流亡を抑制する堰を設置し、水深0～2cmの浅水域と水深5～15cmの深水域を交互に6箇所設けて2009～10年に産卵数を調査した。1mあたり浅水域40卵囊、深水域10卵囊と浅水域で多く確認されたが、成体は浅水域15個体、深水域10個体とどちらの環境でも確認された。このように、U字溝の構造を工夫することで

産卵適地と成体の繁殖待機場所を創出することが可能となった。

これらの結果から，トウキョウサンショウウオについては生息域内の繁殖水域の微構造によって繁殖が左右されるため，本種生息環境の保全管理にはより詳細な配慮が必要といえる。

第5章 三浦半島を事例にした市民参加による保全の意義と課題

5.1 はじめに

これまでの事例研究により、特に神奈川県三浦半島などの都市化の進んだ地域では里山の生物の生息拠点となっている谷戸田において両生・爬虫類の生息環境の減少、孤立が進んでおり、かろうじて潜在的な生物相の一部が維持されていることが明らかになった。谷戸の特性および生態的ネットワーク形成によるカエル類保全の保全には、水田等の農的な水辺環境の保全や管理が重要であることが示された。すなわち、谷戸環境を特徴づけるアカガエル類やトウキョウサンショウウオを指標とすると、個々の谷戸形状を維持してできるだけ水辺と周辺樹林地との連続性を保ち、300 m²程度でも湿田耕作を行うことが必要であり、ニホンイシガメ等に目を向ければ同時に4.5 ha以上の広域的な視野からの生態的ネットワーク形成が不可欠であることが示唆された。

こうした地域環境保全の展開状況として、特に都市周辺域においては、行政は愛知ターゲットに代表されるように生物多様性を社会経済活動の中で主流化し、都市住民を中心に里山の価値認識の高まりから農的な管理作業のアクターとして、自然とのふれあいを求める市民参加型の取り組みが注目されている。そこで三浦半島を事例に、活動団体の現状および参加者の意識を調べ、爬虫・両生類保全への効果について考察することとした。

5. 2 三浦半島地域の特性

三浦半島地域は、ここでは横須賀市、逗子市、三浦市、葉山町の3市1町の範囲にとらえた。面積167.3 km²、総人口56.9万人、総世帯数24.3万世帯、樹林地率35%のうち45%が保全に関する地域指定となっている(2009年現在)。国土交通省(2004)による「首都圏インフラのグランドデザイン」では、三浦半島は「生物多様性に富んだ緑地であり、歴史的な資源、良好な景観が存在し、多くが歴史的風土保全区域や近郊緑地保全区域等に指定されている」と分析されていることから、当該地域が国レベルで地域環境保全のケーススタディとして着目されていることが伺える(図-5.2.1)。その上で「三浦半島地域では、農業、水産業、レクリエーション活動等の自然環境の利活用ニーズが高いことから、自然環境の保全との両立を目指した農業や水産業の推進、自然とのふれあいを中心とする各種活動プログラムの充実、緑地の利活用に向けた動線や情報のネットワーク化、自然環境の利活用のルールづくりとその徹底や自然環境教育の実施、観光資源活用、事業者との連携、観光客の誘致と地域の活性化を進める」と位置づけている。

また、県レベルでは本地域の環境特性として「特異な地質地形をもち、生態学的にも恵まれた」、「良好な自然景観を有している」、「貴重な自然植生や生物が存在する」地域として自然環境に優れた地域と位置づけ、また、「観光レクリエーション地域として発展している」、あるいは「レクリエーション資源として価値の高い」地域として、人との深い関わりを持つ地域と位置づけている。さらに、「雨水や地

下水の保水や涵養機能が高い」,「崖崩れや地滑りの危険の高い地域が存在する」地域とし,地質上の環境特性を記述している(神奈川県 1990)。その一方で,トウキョウサンショウウオ,シュレーゲルアオガエル,シロマダラ,ニホンイシガメなどの両生・爬虫類についても「生息できる環境は急激に減少しつつある」との記述があり,その後 25 年間のうちにその状況を打開することができていないばかりか,ニホンイシガメについては地域絶滅状態に至っている。

このように丘陵の面的な保全は一定割合認められる一方で,三浦半島で特徴的な生物相は減少している。特徴的な里山景観である「谷戸田」は 1970 年代以降急速に消失し,現在では飛び地的に残存するに留まり(図-5.2.2),多くが営農の役割を離れ休耕田となっており,一部が市民活動での活用がされている。三浦半島における自然保護活動は歴史が古く,現在でも活動を続けている「三浦半島自然保護の会」や各分野の自然誌調査などは 1950 年代から記録が残っている。同会は横須賀市博物館と連携しながら,機関誌「自然のたより」の発行と月例自然観察会によって自然保護思想の普及を進めてきた(藤沢 2011)。非農家である市民がアクターとなり谷戸田を保全管理する活動は,三浦半島では 1995 年に 1 団体が活動を開始した。都市の人と自然との距離が遠ざかっていること,都市の人は谷戸田のお客さんでしかないことを痛切に感じた発起人が,谷戸田の環境保全活動を葉山町長柄で展開したのが三浦半島地域での復田の始まりである(金田 1999)。以降 2014 年現在同様の活動は葉山町上山口,葉山町長柄,横須賀市長井,横須賀市長井,横須賀市長沢,横須賀市長坂,横須賀市芦名,横須賀市芦名,横須賀市野比,

横須賀市津久井，横須賀市池上，三浦市初声町の 13 箇所で活動が展開されている。3.3 より対象地域でのカエル類在来種 6 種の生息確認種数を比較すると，復田活動のある 13 箇所では平均 2.7 種であり，全体 167 箇所の平均 1.3 種と比較して多くなっている。

このように三浦半島は都市近郊域特有の社会特性をもち，耕作放棄された谷戸田が多く保全活動が盛んで比較可能なことから，当該地域の活動例を調査対象とした。

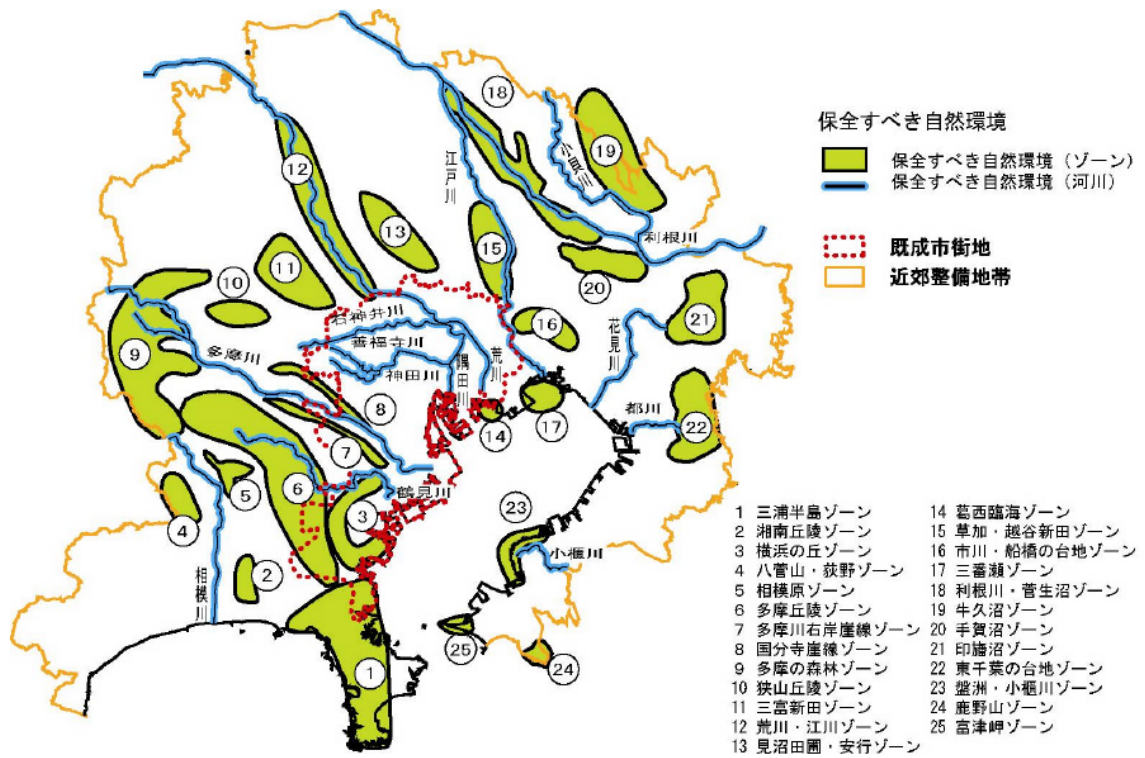


図-5.2.1 「首都圏における都市環境インフラのグランドデザイン」
 における「保全すべき自然環境」(国土交通省 2004)

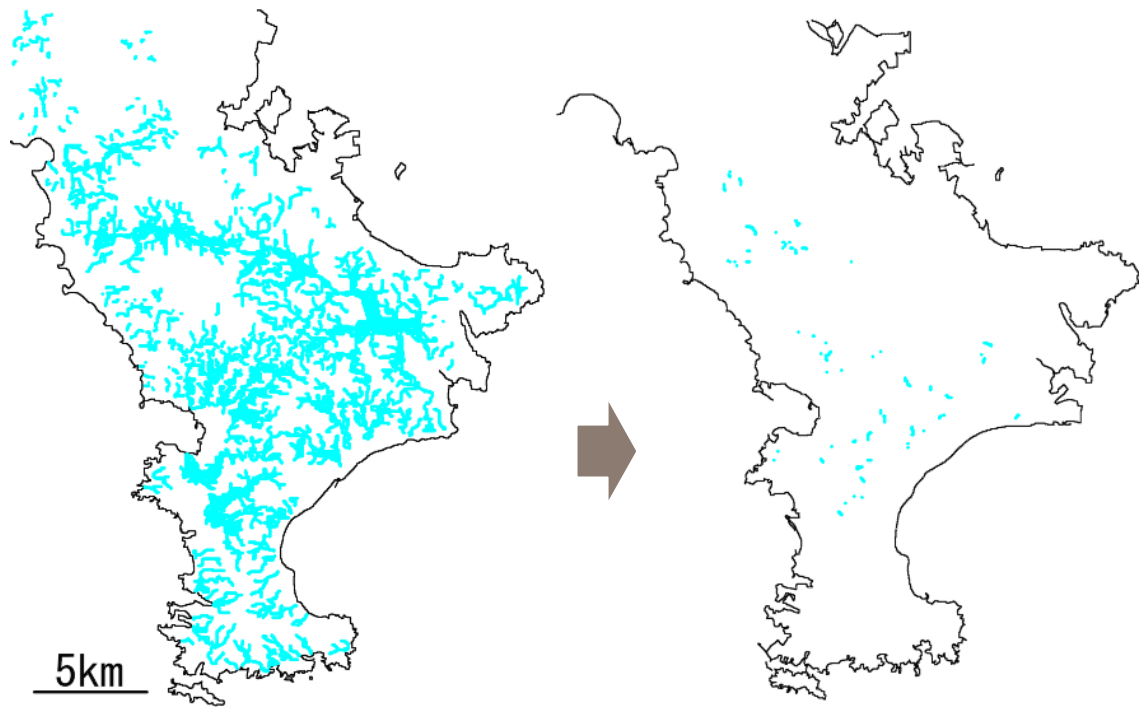


図-5.2.2 水田の減少（1950年代～2000年代）

国土地理院発行の三浦半島地域の地形図、空中写真および3.3における結果から耕作水田を着色した

5.3 活動者へのアンケート調査

そのうち活動内容の比較が可能であった 5 箇所（横須賀市長坂 N12，長沢 S20，芦名 N14，芦名 N58，長井 S01）で，活動状況の把握と参加者意識について分析し，第 2～4 章との対応をみた（表-5.3.1）。5 箇所を合計すると，活動日数はのべ 72 日，参加者数のべ 1,133 名にわたり，1 箇所ごとでは平均年間 14 日，各回平均 16 名参加となっていた。

活動参加者へのアンケート調査を 2014 年に実施し，参加動機および生物多様性保全が活動のモチベーションとなっているかに着目して質問した。アンケートは各地区での活動日に筆者が出向き，その場で配布，58 名から回収した。アンケート結果による活動者の過半数の属性としては，参加動機は「子供に環境教育や自然体験をさせたかったから」が最も多くなっていた。参加頻度は「毎月」または「数ヶ月に一度」，住まいは三浦半島内が最も多かった。その活動を通して「里山の生き物の保全に役立っている」という実感を得ており，爬虫・両生類を「好き」と回答していた（表-5.3.2）。

表-5.3.1 活動箇所における活動状況

	N12	N14	N58	S01	S20	合計
年間活動日数(2013年10月-2014年9月)	26	11	7	9	19	72
年間参加者数(2013年10月-2014年9月)	375	167	51	144	396	1,133
活動開始年	2,013	2,014	2,011	2,013	2,010	
谷戸田面積(m ²)	5,024	11,584	3,530	4,783	4,907	29,828
復田面積(m ²)	386	417	162	198	1,846	3,009
復田割合(%)	8	4	5	4	38	
植生段階	4	3	1	2	2	
両生類種数(2013年6月～10月日中目視調査)	2	2	2	1	3	

植生段階 1 : 耕作水田, 2 : 湿生低茎草地, 3 : 湿生高茎草地,
4 : 乾生草地, 5 : 樹林とした

表-5.3.2 活動箇所における回答結果 (%)

	活動箇所 回答数	N12	N14	N58	S01	S20
		25	8	4	9	12
1 参加した動機を教えてください。1番目	里山の生き物を自分の手で守りたかったから	4	0	25	0	25
	子供に環境教育や自然体験をさせたかったから	32	63	50	78	42
	おいしいお米や里山の恵みを味わいたかったから	16	13	25	11	17
	自然の中で体を動かしたかったから	16	13	0	11	8
	里山に関する学習や研究をしたかったから	8	0	0	0	8
	人生の中でとにかく様々なことを体験したいから	20	0	0	0	0
	他の里山保全活動に活かしたかったから	4	13	0	0	0
参加した動機を教えてください。2番目	里山の生き物を自分の手で守りたかったから	8	13	0	0	0
	子供に環境教育や自然体験をさせたかったから	4	0	25	0	33
	おいしいお米や里山の恵みを味わいたかったから	8	25	50	33	25
	自然の中で体を動かしたかったから	28	25	0	11	25
	里山に関する学習や研究をしたかったから	16	13	25	33	0
	人生の中でとにかく様々なことを体験したいから	24	25	0	22	17
	他の里山保全活動に活かしたかったから	12	0	0	0	0
2 里山の生き物は好きですか	とてもそう思える	52	50	100	67	33
	そう思える	36	38	0	33	67
	どちらでもない	12	0	0	0	0
	あまり思えない	0	13	0	0	0
	全く思えない	0	0	0	0	0
3 里山の爬虫類・両生類は好きですか	とてもそう思える	48	38	50	56	25
	そう思える	40	50	0	33	58
	どちらでもない	12	0	50	11	17
	あまり思えない	0	13	0	0	0
	全く思えない	0	0	0	0	0
4 この活動を通して、里山の生き物の保全に役立っている実感	とてもそう思える	24	25	50	11	25
	そう思える	52	75	50	44	50
	どちらでもない	16	0	0	33	17
	あまり思えない	8	0	0	0	8
	全く思えない	0	0	0	11	0
5他にも里山の生物多様性保全活動に参加していますか	複数団体に所属し運営している	20	13	25	0	0
	複数団体に参加者として参加している	24	13	0	11	17
	この活動のみ参加している	56	75	75	89	83
6 どちらからいらっしやいましたか	市内在住	80	88	100	0	83
	隣接市在住	16	13	0	0	17
	神奈川県内	4	0	0	78	0
	東京都	0	0	0	22	0
	千葉県・静岡	0	0	0	0	0
	さらに遠方	0	0	0	0	0
	その他	0	0	0	0	0
7 この活動にどれくらいの頻度で参加していますか	ほぼ毎週	0	0	100	0	25
	ほぼ毎月	76	0	0	33	50
	数ヶ月に一回	24	88	0	56	25
	年に一回	0	0	0	0	0
	初めて	0	13	0	11	0
8 年齢を教えてください	10代未満	0	0	0	33	0
	10代	0	0	0	33	0
	20代	8	0	50	0	8
	30代	12	88	25	22	25
	40代	12	13	25	11	42
	50代	24	0	0	0	8
	60代	28	0	0	0	17
	70代	16	0	0	0	0
	80代以上	0	0	0	0	0
9 ご職業を教えてください	学生	0	0	0	67	0
	会社員	40	13	75	22	25
	団体職員	12	0	0	0	0
	農家・漁師	4	0	25	0	0
	自営業	4	13	0	0	8
	専業主婦(主夫)	0	63	0	11	42
	定年後	16	0	0	0	8
	フリーター	4	0	0	0	0
	休業中	8	0	0	0	8
	その他	12	13	0	0	8

5. 4 市民活動による谷戸田での両生・爬虫類保全の効果と戦略

活動の効果として、地域内の谷戸における両生類の確認種数の平均は 1.3 種であるのに対し、活動のある 13 箇所は平均 2.7 種であり、活動地における多様性は高かったうえ、アカガエル類の卵塊数は、活動年数が 5 年以上の 2 箇所では卵塊が大幅に増加しており、個体数の増加にも寄与していた。活動箇所の植生段階は平均 2.4 であり、全 167 箇所の平均 3.6 を当然下回っている。復田活動による水辺創出で植生遷移を抑制していることから、もし活動を停止した場合、農家が休耕したのと同様に植生段階の進行により多様性は損なわれると考えられる（図-5.4.1）。活動への参加動機には環境教育的な内容が重視され、生き物の保全をモチベーションとして近代的な圃場整備のない「谷戸田」を中心とした広範囲な緑地を伝統的な耕作手法に近い環境管理をしていることが確認され、保全と活用のニーズの合致があると判断された。

しかしながら、活動の継続性や土地の権利関係等、社会的な制約もあるほか、放棄された谷戸田での市民活動について絶大な波及効果も確認されていない。活動のみられる箇所は現在 167 箇所のうち 13 箇所と少数であり、今後社会的な課題を解決しながら展開する必要がある。

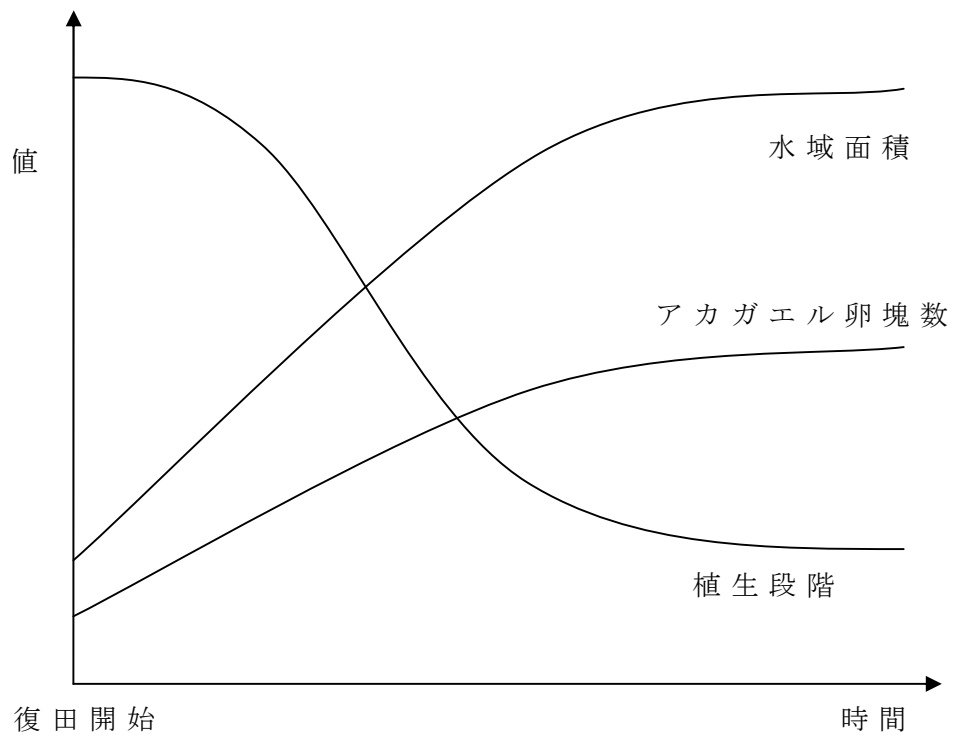


図-5.4.1 復田活動による効果のイメージ

※植生段階：谷底面の植生遷移が進行すると値は高くなるとした

第 6 章 総合考察

本研究は，爬虫・両生類の生息規定要因から水辺を有する緑地環境の保全技術の蓄積と，得られた知見を活かすための手段として市民活動による保全の効果の検証を目的としたものである。まずこれまでの各論で得られた知見を再確認したい。これまでの考察から，水辺の爬虫類の指標として選定したニホンイシガメには，水域・陸域の緑地間の移動障害の無い少なくとも 4.5 ha 以上の広範囲な緑地の確保が必要であり，高度な緑地区域の保全が求められた。カエル類は機械集約型の水稲栽培であっても水田地域内に年間を通した湿田的環境が存在することで種の多様性は確保され，耕作放棄等により脆弱になった個体群の安定的な保全には約 300 m² 以上確保することなど，水田環境の面的な保全が求められた。さらに首都圏近郊で気性となっている両生類としてトウキョウサンショウウオを対象とし，よりミクロな水辺構造について研究した。本種の繁殖には多様な水路構造や谷戸田状の止水域の確保など，伝統的手法による水辺管理等による繁殖水域の形成，維持が求められた。このように，本研究ではごく一部の指標種を用いたが，適切な環境整備によって本来生息すべき爬虫・両生類相の復元が可能であると示された。これらの条件を備えた緑地環境をまとめると，近代的な圃場整備をせず伝統的耕作手法に近い環境管理をとっている「谷戸田」を中心とした 4.5 ha 以上の緑地となった。

次に，上記の環境を新たなアクターにより保全している事例として，神奈川県三浦半島地域における谷戸田保全の状況を紹介し，保

全の効果を検証した。対象地域は首都圏近郊に位置し、市民による自然保護活動が早期から盛んであった地域である。谷戸田における生物多様性保全活動も約 20 年間行われており、その中で 5 つの事例をみたところ、いずれも環境教育や生物多様性が活動者のモチベーションとして挙げられた。また、活動では実際に復田を行っていることから、植生遷移の進行を抑制し、両生類の生息適地の創出、維持に寄与していた。ただし今回は、復田活動の 10 年単位での保全効果の検証には至っておらず、長期的な効果の検証は今後もモニタリングしていく必要がある。根本的な課題は、社会的な制約もあって活動の広がりが途上であり、実際活動が行われているのは谷戸 167 箇所のうち 13 箇所にとどまっていることである。

今後の当該地域での保全戦略として、地域での谷戸田における生物多様性保全の配置計画を行い、自治体や NPO が中心となって新たなアクターによる活動の広がりを誘引する必要がある。保全が必要な箇所として、半径 500 m 以内に両生類の生息地が無く、谷戸田面積が 300 m² 未満の箇所を除外した箇所は 167 箇所のうち 142 箇所となった。これを潜在的な生息域とする。次に、その中で主体の種類にかかわらず現在耕作活動が行われていない箇所は、142 箇所のうち 134 箇所となった。これを復田が必要な生息域とする。その中で湿生植物群落となっている谷戸は 55 箇所、乾生植物群落に遷移が進行している谷戸は 79 箇所であった。55 箇所については比較的早期に簡易に水辺環境の保全が行えることから、早い段階での個体群のボトムアップを行うことを求めたい。79 箇所については、植生遷移の進行等により復田は困難であるものの、緑の量だけでなく質

の確保のために、長期間の努力によって水辺環境を復元されるべきである。これらには、市民活動による自然誌の探求が不可欠であり、常に生物情報を活動にフィードバックさせながら展開していく必要がある。

以上、本研究により、1.爬虫・両生類を指標として水辺の緑地保全策を検討でき、2.種による生活特性の違いに着目した保全策が重要であり、3.それらの整備手法とその担い手の両者が揃って効果を発揮することが確認された。自然誌情報は、人間社会の変化に伴い絶えず変化している。里山のような地域環境をこれまで人がしてきたように長期的に形成、維持していくためには、今後も保全技術の向上に寄与する生息情報の蓄積は引き続き継続しなければならない。また、市民活動以外も含めたあらゆる保全の担い手についても検討を重ね、生物多様性の認識を地域社会全体に定着できるよう、努力し続けることが重要である。

Summary

One of the ecosystem types unique to the Japanese Archipelago is open space called satoyama: diverse natural environments that have been maintained through human interventions over thousands of years. Urbanization, modernization of agriculture and other environmental changes over the past half-century have diminished biodiversity in satoyama considerably. Contiguous environments comprising both water and land are important as habitat for many Japanese species of reptiles and amphibians. In Japan today, 18.6% of reptile and 21.9% of amphibian species are considered to be endangered.

The supporters of the satoyama environment are also diverse, including not only farmers but also various volunteer groups. In this study, I have gathered examples of open space conservation techniques from the information on habitats of reptiles and amphibians, and examined cases of volunteer group activities in satoyama to verify their effectiveness for conservation of ecosystems.

The results show that it was important to secure an open space of 5 ha or larger for the unrestricted migration of Japanese pond turtle *Mauremys japonica*. As the presence of year-round wet

paddy fields in paddy regions is essential to frogs, the reestablishment of rice farming was effective. For Tokyo salamander *Hynobius tokyoensis*, the structure of their breeding grounds was important, requiring the presence of varied waterways and stagnant water areas in Yato (marshy valley land) . An open space that meets these conditions would be a “4.5 ha or larger open space that includes Yato having an environment managed by a method similar to traditional farming without modern interventions”.

Next, I surveyed the current status of nature conservation groups in the Miura Peninsula and the awareness levels of their participants; I investigated the effects of their activities on the conservation of reptiles and amphibians. Responses to a questionnaire indicated that the participants felt their efforts were worthwhile for the environmental education of children as well as the protection of living things. As wetlands have been maintained by the restoration of paddy fields, their activities are essential now for the Satoyama environment they chose to conserve.

This study confirmed the following: (1) reptiles and amphibians can be used as indices for reviewing waterside open space conservation measures; (2) conservation measures that

focus on the differences in lifecycle characteristics of various species are important; and (3) effective results are achieved only when both these conservation techniques and active supporters are present. It will be necessary to continue development of conservation techniques. Discussion on extending the scope of conservation participants beyond volunteer group activities should also continue.

摘要

日本列島における固有性の高い生態系の一つのタイプに、多様な自然環境にヒトが手を加え数千年にわたって維持してきた里山という緑地環境がある。しかし、都市化や農業の近代化を始めとするこの半世紀ほどの環境変化は、里山における生物多様性を著しく減少させてきた。日本の爬虫類と両生類の多くは、水域と陸域の連続した環境を主要な生息環境としている。爬虫類で 18.6%，両生類で 21.9%が日本の絶滅危惧種となっている。

また、里山の担い手は農家だけでなく市民活動団体などもあり多様である。本研究では、両生類や爬虫類の生息情報から緑地環境の保全手法を蓄積するとともに、実際に里山での市民活動を事例に生態系保全の効果について検証した。

三浦半島における淡水生カメ類の種組成と生息環境の関係

外来種のアカミミガメが 54.9%と半数以上を占めており、次いでクサガメ 30.6%，カミツキガメが 5.3%であった。これらの上位 3種が全体の 90.8%を占めており、それ以外の種は少数であった。在来種ニホンイシガメが 2.5%と極端に少なく、個体群としては既に崩壊していることを明らかにすることができた。護岸化されて他の水域や樹林地との連続性がなくなったことと、それに伴い幼体の生息地となる水田や溜池等に移動できなくなったこと、そしてクサガメとの交雑により純粋な遺伝子が残せなくなったことがその主な原因であると考えられる。

市街地の流水域には淵と抽水植物群落が存在することがカメ類の生息に最低限必要であり，堰堤が存在せず緑地と生態的な連続性が担保されていることがニホンイシガメやクサガメの生息に望ましいと推察された。都市公園内では，カメ類の個体数は全体的に多いが，外来生物であるアカミミガメの割合が高まっていた。これは，都市公園外の水域より人の利用頻度が高く，放逐圧が高いためと推察される。

神奈川県内の水辺公園におけるカミツキガメの定着要因と防除成果

小松ヶ池では，4年間の調査で計7種96個体のカメ類が捕獲された。この内，カミツキガメは38個40%と最も高い割合を占めていた。大庭遊水地生態園では，3年間の調査で計9種99個体が捕獲された。この内，カミツキガメは45個体45%と最も高い割合を占めていた。本種が地域の水辺生態系に与える影響として，今回はゴイサギ，ニホンイタチの採食が確認できたものの，量的にはアメリカザリガニ，水生植物（主にヨシ）など容易に採食できる資源に依存して生活していることが明らかとなった。

数年間にわたるカゴ罠による誘因捕獲の結果，3年以上捕獲を継続すると1～2歳の個体のみとなり，大半の大型個体が捕獲されることが示された。繁殖可能な大型個体がない状態を，最後に孵化した個体の成熟年まで継続すれば，対象地における本種の新規の繁殖は起こらないことになる。本種はおおむね5歳齢前後で成熟するため，理論上は無捕獲状態になった時点から新規の放逐を防ぎつつ5年程度捕獲圧を維持することで，防除は完了すると推察される。

岐阜県恵那市の農村環境におけるニホンイシガメの行動圏

ニホンイシガメ 5 個体について GPS ロガーを用いて農村環境における行動圏及びそのハビタットの構成を明らかにした。平均 37.6 日の最大行動範囲は溜池を中心として周囲の水田，樹林地等に及びつつも一定の範囲におさまっており，特定の行動圏内で生活していると考えられた。その範囲は平均 $4.5 \pm 0.5 \text{ ha}$ ($n=5$) であった。この値は，ラジオテレメトリーを用いた調査報告におけるメス成体の平均 0.4 ha に対し 10 倍以上の大きい値であった。

本種は地域に賦存する土地利用をまんべんなく利用していた。ただし，対象地域自体の土地利用割合との比較から溜め池をやや選好し，宅地を忌避している傾向が認められた。本対象地域は水田と樹林地が卓越しており，両方の土地利用での活動の割合が高くなっていた。一般に本種は，採集方法等からも水辺の生物と認識されているが，樹林地も普通にハビタットとして利用していた。樹林地での活動が本種の生活上必須かどうかは明らかではないが，水田や溜め池といった水域のみならず樹林地でも普通に活動していることが示された。

木曾川河口域の干拓地におけるカエル類の分布

旧海岸線から干拓地にかけてのカエル類の進出状況の傾向を把握するため，木曾川に平行してベルト・トランセクトを地図上に引き，在来種のカエル類の生息の有無および生息量の多寡について調査を行った。確認された 5 種は，広く普通に生息する種（ニホンアマガ

エル,ヌマガエル),中程度に偏在して分布する種(トノサマガエル,ダルマガエル),極めて稀な種(ニホンアカガエル)の3グループに分けられた。

本来的な生息域およびその近傍の干拓地のみに生息分布が限定していたトノサマガエルは,シンクとなる局所個体群の維持に個体供給をより必要とする種である可能性が示唆される。これに対しダルマガエルは,本来的な生息域との連続性が絶たれ新たな個体供給がなくとも局所個体群を維持できることが確認された。両種は,圃場が乾燥化する時期には水路や畦に移動するが,本地域では水路は垂直面により水田と隔絶していること,畦もコンクリート製であり草地として機能していない。しかし対象地では,両種の生息環境として比較的単調な環境となる法面草地に加えて,植生やリター層,日照・水分・土壌条件等が多様となる灌木林が隣接することで,非繁殖期の生活空間や越冬空間が補完されているものと考えられる。

濃尾平野における水田タイプ別のカエル類の種組成

まとまって一様な水田耕作がなされている地区として,Ⅰ.稲田～ハス田混在型地区,Ⅱ.溜池隣接水田地区,Ⅲ.水稻～麦～大豆輪作型地区,Ⅳ.圃場整備・土水路～護岸水路混在型地区,その対照区としてⅤ.未圃場整備・土水路～護岸水路混在型地区を選出し,ラインセンサス調査等によるカエル類の生息量の違いから種組成規定要因を検討した。

全域に低密度に分布するニホンアカガエルおよびヌマガエル,地区Ⅰでのみごく少数確認されたニホンアカガエル,地区により生息

量に偏りが生じたダルマガエルの4種が確認された。

本来カエル類を多産させていた我が国の水田環境は、近年の機械化、大型圃場化により栽培期間が短縮され、湛水期間の不足により既にカエル類の生息しやすい空間ではなくなっている。近代的な圃場整備がされていない水田も年々激減しており、カエル類の多産地域として知られていた濃尾平野から、全くの普通種と考えられているニホンアマガエルやヌマガエルも含めカエル類が減少している状況を確認できた。

しかしながら、生息域内にハス田や春季湛水水田、湿田などが存在する地区ではある程度の生息数が確認できたことから、その種組成の規定要因として大きく影響を与えていると推察された。現在カエル類の生息できる水辺環境が消失している大型平野水田であっても、ハス栽培や春季湛水水稻栽培など湿田的な集約的農業であればカエル類の生息環境を提供することは可能であろう。

三浦半島の谷戸田におけるカエル類の分布

三浦半島内で本来的地形が改変されていない全ての谷戸田 167箇所を対象に、在来のカエル類の種組成と植生段階の対比をみた。生息が0種だった谷戸田は全167箇所中28%、1～2種は51%、3種以上は18%となった。多くの種が湿生高茎草地～耕作水田の谷戸で確認され、樹林～乾生草地である57%の谷戸田が現在カエル類の生息には不適となっていた。

現状でカエル類の生息適地の谷戸田は少ないものの、各谷戸田の

立地としてはカエル類の生息域から 500 m 以内の谷戸田は 167 箇所のうち 152 箇所であり，全体の 91%を占めていた。これらの谷戸は現在谷底部が乾生草地あるいは樹林化した谷戸であっても，少なくともカエル類が 1 種でも生息している隣接谷戸との連続性によりその多くは潜在的には生息可能な空白パッチであることが言え，今後谷底面の水辺環境の復元や創出をすることで再び生息する可能性を持っている。これら多くの水田耕作による水辺の維持ができない谷戸については，水辺環境保全のアクター育成が課題である。

谷戸田復田とアカガエル類卵塊数の関係

今回実際に市民団体による復田が行われている谷戸田 6 箇所を対象地とした。谷戸田の規模や復田継続年数，休耕年数の違いをみながら，復田当初からのアカガエル類卵塊数の調査を行った。

結果，多くの谷戸で復田活動に伴って卵塊数が増加していたが，ごく狭小な谷戸田では近隣からの個体の供給は見込まれたとしても個体数が安定しなかった。また，近隣 500 m 圏内でカエル類の生息が確認されていない地域では，復田地でも生息は確認されなかった。半径 500 m 圏内にカエル類の生息があり，おおむね 300 m² 以上の復田面積が確保できた谷戸田での復田がカエル類の個体数の増加と分散に寄与していることが確認された。

ヤマアカガエルの生息地で最も卵塊数が多かった地区では，単位面積あたりの卵塊数密度は復田の経年により低下した。また，新規の復田区画への卵塊の集中が，復田した年およびその翌年付近で認められた。アカガエルが攪乱による水域の変化を好適にとらえ，ア

カガエル類の谷底面の攪乱による形成初期の水域への選好が示された。一方ニホンアカガエルで最も卵塊数の多かった地区では、単位面積あたりの卵塊数の減少は認められなかった。

流水域におけるトウキョウサンショウウオの卵囊分布状況および流失割合

本種の保護のためミティゲーションとして代替の繁殖環境の整備や近隣への再導入などが行われるケースも増えてきたものの、個体群の保全に十分な措置であるかは検証されないまま実施されることが多い。一方、一般的に止水性とされる本種だが、丘陵地内の小河川や沢の源流部においても産卵している報告もあり、必ずしも止水域のみを産卵場所として利用している訳ではない。

本研究によって、流水環境であってもその成因により、沢状の水路を長年維持してきた流水域と、耕作放棄された谷戸田を浸食して発達している流水域とでは繁殖環境としての質が大きく異なっていることが確認された。リル状流路のように以前は水田として本種の繁殖環境を提供してきた地域においては、耕作放棄されたために止水環境が消失するうえ、水路では卵囊の大半が流失していることが確認された。一方で、以前から止水域が存在しない沢では、淵や地下水路などで卵囊の流失を低く抑えていることが確認された。このような流水域の個体群の保全には、地下水系の保全を含め、水路構造の多様性や一定の流定距離（本研究では 200 m 程度）を確保し、産卵可能かつ流失リスクの低い水路構造が水路全般に数多く存在していることが必要である。

U字溝における簡易なトウキョウサンショウウオの繁殖場創出の検討

将来消失すると思われるような狭小で脆弱な繁殖集団においても、繁殖個体数と遺伝的多様性の確保を考えると保全の必要があり、広く応用できる技術的な保全手法の確立が求められる。ここでは、例年100卵囊以上産卵するもののほぼ全卵が流亡するU字溝において、個体数のボトムアップの可能性を探るため、U字溝15mの区域内に卵囊の流失を抑制する木製の堰を設置し、人工的に水深0～2cmで距離50cmの浅水域と水深5～15cmで距離200cmの深水域を交互に6箇所設けた。

卵囊確認場所は浅水域で120卵囊、深水域で125卵囊とほぼ同数が確認されたが、単位距離あたりでは浅水域で4倍多く確認され、選好性が認められた。U字溝のように卵囊の流失が危惧される産卵地では、成体が意図的に卵囊の固定能力の強い箇所に選んで産卵したものである。成体は浅水域で46個体、深水域で124個体確認され、単位距離あたりでは両者に顕著な差は認められなかった。本種のオスは産卵場所にテリトリーを持ち、産卵可能なメスが来るのを待機する習性があるが、そのためにいずれの水路構造でもほぼ一定の間隔で確認されるものと思われる。

これらの条件を備えた環境は、“近代的な整備をせず伝統的な耕作に近い環境管理手法をとっている300m²以上の谷戸田を中心とした4.5ha以上の緑地”となる。

三浦半島を事例にした市民参加による保全の意義と課題

神奈川県三浦半島の自然保護活動の現状および参加者の意識を調べ、爬虫類や両生類の保全への効果について考察した。

活動の効果として、地域内の谷戸における両生類の確認種数の平均は1.3種であるのに対し、活動のある13箇所の平均は2.7種であり、活動地における多様性は高かったうえ、アカガエル類の卵塊数は、活動年数が5年以上の2箇所で卵塊が大幅に増加しており、個体数の増加にも寄与していた。復田活動による水辺創出で植生遷移を抑制していることから、もし活動を停止した場合、農家が休耕したのと同様に植生段階の進行により多様性は損なわれると考えられる。アンケートから活動への参加動機には環境教育的な内容が重視され、生き物の保全をモチベーションとして近代的な圃場整備のない「谷戸田」を中心とした広範囲な緑地を伝統的な耕作手法に近い環境管理をしていることが確認され、保全と活用のニーズの合致があると判断された。

以上、本研究により1.爬虫・両生類を指標として水辺の緑地保全策を検討でき、2.種による生活特性の違いに着目した保全策が重要であり、3.それらの整備手法とその担い手の両者が揃って効果を発揮することが確認された。今後も保全技術の蓄積は引き続き継続する必要がある。また、市民活動以外も含めたあらゆる保全の担い手についても検討を重ねる必要がある。

引用文献

- Alexander, M. M. (1943) : Food habits of the snapping tuetle in Connecticut, *Journal of Wildlife Management*, 7 (3) , 278-282.
- 有馬進・鈴木章弘・鄭紹輝・奥菌稔・西村巖 (2008) : ミシシッピーアカミミガメのハス食害調査, *Coastal bioenvironment*, 11, 47-54.
- 尾留川正平 (1969) : 日本の文化地理第九巻愛知・岐阜, 講談社, 320pp.
- Bodie, J. R., Semlitsch, R. D. (1999) : Spatial and temporal use of floodplain habitats by lentic and lotic species of aquatic turtles, *Oecologia*, 122 (1) , 138-146.
- 土井敏男・丹羽信彰・兼光秀泰 (2001) : 神戸市のダルマガエル, *両生類誌* (7) , 27-32.
- Gibbs, J. P. (1993) : Important of small wetlands for the persistence of local populations of wetland-associated animals, *wetlands*, 13 (1) , 25-31.
- 藤沢浩子 (2011) : 自然保護分野の市民活動の研究, 芙蓉書房出版, 262pp.
- 岐阜県 (2001) : 岐阜県の絶滅のおそれのある野生生物, 651pp.
- Harden, L. A., Price, S. J., and Dorcas, M. E. (2009) : Terrestrial activity and habitat selection of eastern mud turtles (*Kinosternon subrubrum*) in a fragmented landscape, implications for habitat management of golf courses and other suburban environments, *Copeia* (1) , 78-84.
- 長谷川雅美・草野保・福山欣司 (2000) : 日本における両生類個体群減少の認識過程, 千葉県立中央博物館自然誌研究報告 特別号 3, 1-7.
- 日鷹一雅・嶺田拓也・大澤啓志 (2008) : 水田生物多様性の成因に関する総合的考察と自然再生ストラテジ, *農村計画学会誌* 27 (1) , 20-25.
- 樋口広芳・前田琢・藤田剛・高槻成紀・宮下直・丸武志 (1996) : 保全生物学, 東京

- 大学出版会, 253pp.
- 疋田努・鈴木大 (2010) : 江戸本草書から推定される日本産クサガメの移入, 爬虫両棲類学会報 (1), 41-46.
- Ihara, S. (2002) : Site selection by *Hynobius tokyoensis* for breeding in a stream, *Current Hapetology* 21 (2), 87-94.
- 環境庁 (2000) : 日本の絶滅のおそれのある野生生物 (3), 自然環境研究センター, 120pp.
- 環境省 (2001) : 生物多様性調査 動物分布調査 (両生類・爬虫類) 報告書, 264pp.
- 環境省 (2002) : 新・生物多様性国家戦略～自然の保全と再生のための基本計画～ : ぎょうせい, 313pp.
- 環境省 (2006) : 鳥類, 爬虫類, 両生類及びその他無脊椎動物のレッドリストの見直しについて (別添資料3) 両生類のレッドリスト, 2pp.
- 環境省 (2012) : カミツキガメ防除の進め方～印旛沼水系におけるカミツキガメ防除の実際, 27pp.
- 神奈川県 (1990) : 地域環境評価書 三浦半島南部地域, 140pp.
- 神奈川県教育委員会 (1972) : 神奈川県の現存植生, 789pp.
- 金田正人 (1999) : 田んぼが好きだ! 田んぼに学んだ自然保護, 地人書館, 166pp.
- 金田正人 (2008) : 資料2 外来生物アライグマ (*Procyon lotor*) がトウキョウサンショウウオ (*Hynobius tokyoensis*) 等に与える影響, 平成19年度関東地域アライグマ防除モデル事業調査報告書, 85-94.
- 金田正人・大野正人 (1998) : 神奈川県のトウキョウサンショウウオの分布と生息状況, 神奈川自然誌資料 (19), 1-4.
- 勝野武彦 (2004) : カエル類の移動能に着目した農村集落の生物保全機能に関する研究, 平成12～14年度科学研究費補助金基盤研究C(2) 研究成果報告書, 78pp.

- 川原奈苗・高橋久（1999）：河北潟干拓地につくられた小さな水辺空間に進入してきたカエル，両生類誌（2），42.
- 建設省中部地方建設局木曾川上流工事事務所（1976）：濃尾平野河川地形図，国土地図株式会社.
- 小林頼太（2007a）：軌跡を用いたカミツキガメの生息確認法，爬虫両棲類学会報（1），14-17.
- 小林頼太（2007b）：日本におけるカミツキガメおよびワニガメの定着危険性，爬虫両棲類学会報（2），101-110.
- 小林頼太・小菅康弘・長谷川雅美（2006）：千葉県印旛沼流域におけるミナミイシガメとクサガメの外部形態の特徴を備えた個体の発見事例，爬虫両生類学会報（1），28-34.
- Kobayashi, R., Hasegawa, M., Miyashita, T. (2006) : Home range and habitat use of the exotic turtle *Chelydra serpentina* in the Inbanuma basin, Chiba prefecture, central Japan, *Current Herpetology* 25 (2) , 47-55.
- 国土交通省（2004）：首都圏の都市環境インフラのグランドデザイン，自然環境の総点検等に関する協議会，53pp.
- 公益財団法人日本自然保護協会（2014）：「自然しらべ 2013 日本のカメさがし！」報告書，日本自然保護協会資料集（53），26pp.
- 黒木四男・草野信・狩野光男・稲垣和次・尾崎聡子・橘敏雄（1997）：千葉東金道路（二期）におけるトウキョウサンショウウオの保護，土と基礎，45（1），32-34.
- Kusano, T. (1982) : Postmetamorphic growth, survival and age at first reproduction of the salamander, *Hynobius nebulosus tokyoensis* Tago in relation to a consideration on the optimal timing of first reproduction, *Res. Popul. Ecol* (24) , 329-344.

- 草野保 (2009) : トウキョウサンショウウオの生態に及ぼす気候温暖化の影響, 遺伝
63 (3) , 8-13.
- 前沢勝典 (1996) : 三重県南勢地方における淡水棲カメ類の観察, 三重自然誌 (3) ,
13-15.
- 三浦半島自然保護の会 (1960) : 久里浜 久村 岩戸方面, 自然のたより No.11, 6.
- 三浦半島自然保護の会 (1962) : 大楠山から杉釜の池, 自然のたより No.36, 5.
- 三浦半島自然保護の会 (1965) : 保護対象の実態及び保護に当つての意見, 横須賀市
域における自然保護を要する地域の実態調査報告書, 33-41.
- 三浦半島自然保護の会 (1968) : 三浦半島再発見その 13, 自然のたより No.99, 6.
- 村上裕・大澤啓志 (2008) : 水稲の栽培型がトノサマガエルとヌマガエルの分布に与
える影響, 保全生態学研究誌 13 (2) , 187-198.
- 名越谷戸調査会 (2007) : 名越谷戸の自然, 120pp.
- 日本バイオロギング研究会 (2009) : バイオロギング—最新科学で解明する動物生態
学, 京都通信社, 223pp.
- 西川完途・松井正文・富田靖男・松月茂明・清水善吉・田辺真吾 (2005) : 三重県名
張市からのミシシippアカミミガメ黒化個体の報告, 爬虫両生類学会報 (1) , 1-3.
- 野田英樹・鎌田直人 (2004) : 淡水性カメ類の個体群特性と食性の関係, 爬虫両棲類
学会報 (2) , 102-112.
- 小田谷嘉弥・天白牧夫・大野正人・金田正人 (2011) : 三浦半島におけるトウキョウ
サンショウウオの分布と生息状況(続報), 横須賀市自然・人文博物館研究報告(58),
17-22.
- 大賀野大一・笠原孝夫・八木幸市・田中一行・吉野英雄 (2008) : 房総半島における
トウキョウサンショウウオの生息域と特徴, 両生類誌 (18) , 1-6.
- 岡田夕季・矢部隆・山田智子・小林浩之・前沢勝典・織田銃一 (2005) : 三河地方西

- 部における淡水産カメ類の分布, 矢作川研究 9, 5-17.
- 大河内勇・宇都宮妙子・宇都宮泰明・沼澤マヤ (1997): ダルマガエル (*Rana porosa brevipoda* Ito) 岡山種族の飼育下での繁殖と絶滅が危惧された個体群への補強的な再導入, 保全生態学研究 2, 135-145.
- 大澤啓志・勝野武彦 (1998): 流域単位からみた谷戸の特性とカエル類保全に関する考察, ランドスケープ研究, 61 (5), 529-534.
- 大澤啓志・勝野武彦 (2001): 扇状地水田地帯における水田の地形分類とカエル類の分布に関する研究, 農村計画学会誌 19 (4), 280-288.
- 大澤啓志・勝野武彦・辻本明 (2002): 環境情報としてのアカガエル類生息量把握の有効性—神奈川県下丘陵地域におけるアカガエル類の現状, 環境情報科学 31 (1), 68-76.
- 大澤啓志・日置佳之・松林健一・藤原宣夫・勝野武彦 (2003a): 種組成を用いた解析による両生類の生息域予測に関する研究, ランドスケープ研究 66 (4), 327-336.
- 大澤啓志・勝野武彦 (2003b): 岩手県胆沢地区の散居水田域におけるカエル類の分布とその規定要因, ランドスケープ研究 66 (5), 613-616.
- 大澤啓志・勝野武彦 (2005a): カエル類の生息分布からみた集居集落の生態的機能について, 環境情報科学論文集 19, 275-278.
- 大澤啓志・勝野武彦 (2005b): 大分川中流部の農村景観における両生類の分布パターン, ランドスケープ研究 68 (5), 563-566.
- 大澤啓志・島田正文・勝野武彦 (2005c): 平地水田地帯の畦畔利用におけるトウキョウダルマガエルの個体数密度を規定する要因, 農村計画学会誌 24 (2), 91-102.
- 大澤啓志・黒田貴綱・勝野武彦 (2006): 棚田域における管理形態の違いから生じる植生と小動物相(カエル類・ネズミ類)の関係, ランドスケープ研究 69(5), 565-570.
- 大澤啓志・一ノ瀬友博・高橋俊守・杉村尚・加藤和弘 (2008): 農村域の立地評価を

- 目的としたカエル類の指標種選定のための調査方法, ランドスケープ研究 71 (5), 569-572.
- Semlitsch, R. D. (2000): Principles for management of aquatic-breeding amphibians, *The Journal of Wildlife Management*, 64 (3), 615-631.
- 芹沢孝子 (1983): トノサマガエルーダルマガエル複合群の繁殖様式 I. 愛知県立田および佐屋における成長と産卵, *爬虫両棲類学雑誌* 10 (1), 7-19.
- 芹沢孝子 (1985): トノサマガエルーダルマガエル複合群の繁殖様式 II. 春先に水がない場所でのダルマガエルとトノサマガエルの産卵, *爬虫両棲類学雑誌* 11 (1), 11-19.
- 柴田敏隆 (1973): 三浦半島の両生類, *横須賀市博物館研究報告 (自然科学)* (20), 11-17.
- 志村智子・矢部隆・金田正人 (2004): 日本でいちばん普通に見ていたのは, 外国から来たカメだった, *環境研究 No.132*, 22-28.
- 篠原望 (2007): トノサマガエルの章, 今, 絶滅の恐れがある水辺の生き物たち (内山りゅう編), 山と溪谷社, 81-106.
- 鈴木圭太・大窪久美子・澤島拓夫 (2002): 長野県伊那盆地におけるダルマガエルの生息状況とカエル類生息地としての水田の現状, *ランドスケープ研究* 65 (5), 517-522.
- Szerlag-Egger, S. and McRobert, S. P. (2007): Northern diamondback terrapin occurrence, movement, and nesting activity along a salt marsh access road, *Chelonian Conservation and Biology*, December (6) -2, 295-301.
- 高橋泉 (1997): カメのすべて, 成美堂出版, 176pp.
- 高桑正敏・勝山輝男・木場英久 (2006): 神奈川県レッドデータ生物調査報告書 2006, 442pp.

- 竹原康史 (1996) : 鈴鹿・亀山のヌマガメ類の生態, 三重自然誌 (3) , 17-21.
- 多紀保彦 (2008) : 日本の外来生物, 平凡社, 479pp.
- 特定非営利活動法人生態工房 (2007) : 生態工房年次報告書 2003, 85pp.
- Travis, J.(1994) : Calibrating our expectations in studying amphibian populations, *Herpetologica*, 50 (1) , 104-108.
- 辻井聖武・矢部隆・日野輝明 (2012) : 千葉県印旛沼水系における外来種カミツキガメ (*Chelydra serpentina*) の食性, 名城大学農学部学術報告 (48) , 13-17.
- 内山りゅう・前田憲男・沼田研児・関慎太郎 (2002) : 決定版日本の両生爬虫類, 平凡社, 335pp.
- 内山りゅう (2005) : 田んぼの生き物図鑑, 山と溪谷社, 320pp.
- 上田博昭 (1994) : 絶滅の危機迫るダルマガエル, 兵庫陸水生物 45, 43-51.
- 宇賀神知則 (1994) : ツチガエル生息地における水路の重要性, 爬虫両棲類学会誌 15 (4) , 152.
- 鷺谷いづみ (1999) : 生物保全の生態学, 共立出版株式会社, 181pp.
- 鷺谷いづみ (2006) : 地域と環境が蘇る 水田再生, 社団法人家の光協会, 293pp.
- 鷺谷いづみ・宮下直・西廣淳・角谷拓 (2010) : 保全生態学の技法, 東京大学出版会, 324pp.
- Yabe, T. (1989) : Population structure and Growth of the Japanese pond turtle, *Mauremys japonica*, 爬虫両棲類学雑誌 13 (1) , 7-9.
- Yabe, T. (1992) : Sexual Difference in Annual Activity and Home Range of the Japanese Pond Turtle, *Mauremys japonica*, Assessed by Mark-recapture and Radio-tracking Methods : 爬虫両棲類学雑誌 14 (4) , 191-197.
- 矢部隆 (1989) : イシガメの一年, アニマ No.205, 74-79.
- 矢部隆 (1992) : 標識再捕法およびラジオテレメトリーによって調べたニホンイシガ

- メ *Mauremys japonica* の活動性の季節変化と行動圏の性差について，爬虫両棲類学雑誌 14 (4) , 191-197.
- 矢部隆 (1996) : 三重県多度町におけるカメ類の分布，三重自然誌 (3) , 23-29.
- 矢部隆 (1999) : 淡水生物の保全生態学—復元生態学に向けて，信山社サイテック，247pp.
- 矢部隆 (2007) : ニホンイシガメ，今，絶滅のおそれのある水辺の生き物たち：山と溪谷社，107-128.
- 山下良平 (1996) : トノサマガエル類，日本動物大百科第 5 卷 両生類・爬虫類・軟骨魚類 (日高敏隆監)，平凡社，36-39.
- 安川雄一郎 (2005) : 今後日本国内に定着するおそれの高い淡水性カメ類について，爬虫両生類学会報 (2) , 155-163.
- 横浜弁護士会 (2008) : 外来生物問題活動報告書，92pp.
- 横須賀市 (2001) : よこすかの植生—みどりの調査と活用のための提案—，168pp.

公表原著論文

天白牧夫・大澤啓志・勝野武彦（2009）：三浦半島における淡水棲カメ類の種組成と生息環境の関係，ランドスケープ研究，72（5），547-552.

天白牧夫・大澤啓志・勝野武彦（2010）：木曾川河口域の干拓地におけるカエル類の分布，ランドスケープ研究，73（5），437-440.

天白牧夫・金田正人・大澤啓志・勝野武彦（2011）：流水域におけるトウキョウサンショウウオの卵囊分布状況およびその流失割合，ランドスケープ研究，74（5），497-500.

天白牧夫・大澤啓志・勝野武彦（2012）：濃尾平野における水田タイプ別のカエル類の種組成，ランドスケープ研究，75（5），415-418.

謝辞

本研究を行うにあたり，論文化に向けて丁寧にご助言くださった主査の上田眞吾教授，副査の河野英一教授，村田浩一教授，そしてあらゆる場面で綿密にご指導くださった副査の大澤啓志准教授，今年度教授職を退職された造園・緑地学研究室の勝野武彦先生をはじめ，葉山嘉一准教授，藤崎健一郎専任講師に深く感謝する。

また，調査方法等をご指導くださった矢部隆教授(愛知学泉大学)，伊原禎雄准教授(奥羽大学歯学部)，片岡友美氏(NPO 法人生態工房)，小林頼太氏，鈴木大氏，吉澤賢治氏，貴重な生息情報をくださった鈴木茂也氏，大野正人氏，垣本英臣氏，角田友樹氏，田中雅宏氏，本田晶幸氏，石田聡氏，そして調査にご助力くださった小田谷嘉弥氏，立田真紀子氏，芦澤航氏，金子廉氏，山口翔太氏，渡邊真也氏，渡辺吉彦氏，福田義也氏，坂田玲子氏，永野貴裕氏，NPO 法人三浦半島生物多様性保全の皆様，さらにナチュラルリストとしての生き方全てを幼少期から今日に至るまで学ばせてくださった金田正人氏，故 柴田敏隆氏に深く感謝する。