

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 6 月 11 日現在

機関番号：15401

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2012～2013

課題番号：24780236

研究課題名(和文)水生植物の生育地としてのため池のホットスポットの抽出

研究課題名(英文)Distribution structure and conservation of aquatic plants in irrigation ponds

研究代表者

渡邊 園子(Watanabe, Sonoko)

広島大学・国際協力研究科・特任講師

研究者番号：80403616

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 1,800,000円、(間接経費) 540,000円

研究成果の概要(和文)：本研究は、東広島市の西条盆地に多くあるため池の分布と生態系の特性を明らかにする事を目的とし、水生植物の生息地としてのため池の地理的分布構造の評価と、水生植物の生息地について分析を行った。その結果、特定の数種が優占的に生育する3つのタイプの池と、多様な種が生育するタイプの池に分けられ、多様な種のタイプは、他のため池タイプに比べて明確な集中班がない分布していること、他のタイプは集中班を作っていることなどが明らかになった。また、水生植物の生育地の解析では、地理的分布構造が水生植物の存続に影響している可能性が示唆され、ため池の水生植物がメタ個体群として存続している可能性があることが明らかになった。

研究成果の概要(英文)：This study aimed to clear the distribution structure and ecological characteristics of irrigation ponds in Saijyo Basin, Higashi-Hiroshima by using analysis of spatial statistics and predictive habitat models. The study cleared 1) four irrigation pond type (A-D) were recognized, 2) All the irrigation pond groups, except C, types were significantly aggregated within a 0.5-km radius, 3) Group C was aggregated, but did not show a distinct peak, 4) For the distribution correlation, groups A and C and C and D were significantly aggregated. Other irrigation pond groups were distributed independently. These results suggest that the spatial aggregation of species can be indicative of a positive interaction among them. Furthermore, we suggest that the spatial scale at which conservation methods are applied should be taken into account, and emphasize the need to consider spatial issues when developing strategies for pond conservation.

研究分野：農学

科研費の分科・細目：農業工学・農業土木学・農村計画学

キーワード：分布構造 生物多様性保全 空間統計学 水生植物 農業生態系

## 1. 研究開始当初の背景

ため池は、農業利用のために人為的に造成されたウェットランドであるにもかかわらず、多くの絶滅危惧種を始め多様な動植物が生育している。ため池は、地域の生物相の保全に重要な役割を果たしているうえ、農業生態系として人間と自然の共存を考える上で非常に興味深い生態系である。しかしながら、近年ため池は、外来種の移入や水質汚濁による生態系機能の低下や、農業利用の変化に伴う埋め立や管理放棄の増加、改修工事などの脅威にさらされ、動植物の生育地としての質の低下や数の減少の問題が生じている。

ため池のような地域に点在する小さな水域では、隣接するため池は同じような環境変動を経験し、ある種が生育可能なため池が、周辺の再移入可能な距離に十分存在し、地域全体で種が移動できるネットワークがあるならば、その種が存続する可能性が高くなると考えられる。また、小さな池の集合体には同じ面積の単一の大きな池よりも多くの動植物が生育していること、生育地の分布パターンがため池の動植物の生物多様性の存続に重要な役割を果たしていることが明らかになっている。一方で、生物多様性の保全計画の策定のために必要な、地域の中に生物が存続するための生育地の配置や密度、ネットワークなどの具体的な情報は明らかになっていない。これらを明らかにするためには、生育地での絶滅確率や種子散布などによる移動距離、生育地の持続可能性などをもとにしたシュミレーションや、遺伝子交流などの調査が必要であるが、このような研究は一部の種でしか行われておらず、生育地の保全計画の立案まではかなりの時間を要する。そのため、実際の保全には、現在の生物の分布パターンから生物の存続に必要な生育地の分布構造や配置、密度を明らかにすることも重要である。

## 2. 研究の目的

本研究は、水生植物の生育地としてのため池の生物多様性と分布パターンの評価を通して、生物多様性を保全・増進するためのため池の保全スケールを明らかにし、保全・再生すべきため池の抽出を行う。具体的には、次の3つの課題を設定し、研究活動を行う。

- 1) ため池の水生植物の生育適地モデルの解明と分布を規定する環境要因の解明
- 2) ため池のホットスポットと保全・再生すべきため池の提案

本研究は、地域スケールの詳細な生物多様性データを用い、比較的小さいスケールで研究されてきた生物多様性を地域スケールに拡張し、具体的な保全スケールの提案を行うことで、重要な学術的、社会的特色を持つ。特に、生物やその多様性の分布が、土地利用を含む景観構造や生育地の変化への応答、保

全すべきスケールを解明することは、保全生態学、景観生態学の主要な課題である。また、本研究は、生態学的な視点から生育地推定モデル、空間統計モデルなどを活用し、ため池のホットスポットと保全・再生すべきため池の提案を目指しており、本研究の結果は、効率的な保護区の設定、土地利用計画の策定、失われた生育地の回復・復元など、具体的な地域の生物多様性戦略の策定に貢献するものである。

## 3. 研究の方法

(1) ため池分布 GIS データベースの作成とため池の分布構造の解析

旧東広島市のため池台帳は 1980 年代に作成されたもので、それ以後は一部のデータの更新はされているもののそのほとんどのため池の実態は把握されていない状態である。本研究は、既に申請者が作成している GIS のデータベースを基礎として、ため池の面積・周長、周辺土地利用、などのデータを新たに加え、生育適地モデルの構築のためデータベースの作成を行った。具体的には、生育地面積、土地利用については、東広島市のため池台帳データおよびデジタル詳細住宅地図、航空写真を用いた。また、これらの地図データもとにため池毎の面積・周長を GIS 上でデジタル化する。方位、傾斜、集水域、起伏量、Wetness Index などの地形モデルを 10m メッシュ数値標高から算出した。また、東広島市の協力を得て、ため池の利用形態や所有形態のデータベース化を行った。

分布構造については、生育適地であるにも関わらず移入の機会が無く、水生植物が分布していないため池が数多くあることが考えられること、それぞれのため池に出現する種が 1～2 種と非常に少ないことから、TWINSPAN を用いて、水生植物の出現傾向からため池を分類し、分類されたため池のタイプを用いて分布構造の解析を行うこととした。分布構造の解析には、Riplot の K 関数を改変した L 関数、分布相関の解析には、K 関数をもとにした二変量の分布関数を用いた。

## (2) 生育適地モデルの作成

生物の生育地の検討のために生物の分布を把握する際に有効な手段として、広く活用されている統計的な分布推定モデルとして、本研究では、MaxEnt を用いた解析を行った。解析では、物理環境の指標として、メッシュ標高から算出される環境要因 (斜面傾斜角度・斜面曲率・斜面方位・集水域面積・Wetness Index) や周辺の土地利用状況による変数として使用し、分布を規定する要因の解明と生育適地モデルを作成した。

MaxEnt で使用するバックグラウンドとなる環境データについては、生育可能性が高い環境条件であるにも関わらず見逃された範囲をバックグラウンドとして用いてしまうと、推定に大きな偏りが生じることが明らかに

なっている。本研究では、実際に分布している個々のため池をバックグラウンドとして用いた場合、地域全体をバックグラウンドとして用いる場合など、いくつかのケースで検討を行い、バックグラウンドの選択がモデルに与える影響も検討し、より精度の高いモデルの構築を目指した。

### (3) 生育適地モデルの精緻化と空間分布解析

生育適地モデルの作成に使用する Maxent は生物の在データが地域全体からどれほどかけ離れているかという点からモデルを構築するが、ため池のような人工的で地域に点在する生育地の場合、水質などの個々のため池の環境要因や水生植物の侵入-定着の機会の有無などに大きく左右される。これらのことをふまえ、空間自己相関やため池の集中度合い（隣接するため池の数や距離）などの空間構造を考慮したモデルについても検討を行った。また、種毎に作成した生育適地モデルの変数の比較を行い、それぞれの種の生態的特性と合わせて空間分布が水生植物の存続に与える影響を考察した。

### 4. 研究成果

東広島市の水生植物相調査では 1,509 個のため池が調査され、一つ一つのため池に出現する種は 1 種から 2 種と非常に少なく、また、種数とため池の面積には相関はなかった。生物多様性の保全には、各々のため池のみを保全対象とするだけではなくため池の集合や分布も考慮すべきである (図 1)。このうち、特に水域に特に依存すると考えられる水生植物種 (沈水・浮遊・浮葉性の種) が出現したため池 807 個を解析対象とした。TWINSPAN によって、4 つのため池タイプが分類された (表 1)。

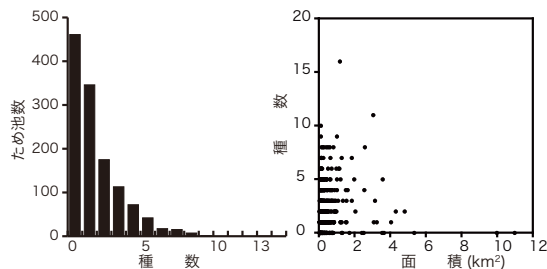


図 1. ため池ごとの種数・面積

分布構造の解析では、タイプ C を除くため池が、半径 500m の集中分布していることが明らかになった。タイプ B、タイプ D については、出現種数が 1 種のため池が分類され、タイプ C は、地域に広く分布しており、集中分布している傾向はあるものの、明確な集中班は確認できなかった。今回の解析のスケールより大きな集中班を形成しているもしくは、広域に分布している可能性が考えられる。

表 1. ため池タイプの分類

		<pre>           イタタヌキモ, ジュンサイ, フトヒルムシロ, ヒツジグサ           /                              ヒシ   スイレン  ヒシ   フトヒルムシロ           /                              ヒシ   ヒルムシロ フトヒルムシロ           </pre>				Total
タイプ	A	B	C	D	Total	
ため池数	202	53	428	124	807	
平均種数	1.24	1.25	3.03	2.29	2.35	
RDB 種	種数	20	12	32	17	23
ヒシ		201		175		376
※ イタタヌキモ				193	31	224
ジュンサイ				156	31	187
フトヒルムシロ				37	112	149
ヒツジグサ				88	46	134
ヒルムシロ			1	123	2	126
ウキクサ	14	1	68	8	91	
ホソバミズヒキモ	4		78	5	87	
スイレン	5	39	34		78	
※ ヒメタヌキモ			41	12	53	
ヒルムシロ属	1	1	29	15	46	
※ オグラノフサモ	4		39	1	44	
トリグモ属			1	48	2	51
ベニオグラコウホネ	2		27	1	30	
スプタ類			27	2	29	
オオカナダモ	4		24		28	
アオウキクサ	1	8	16		25	
クロモ	1		23		24	
シャジクモ類	1		11	12	24	
ホテイアオイ	2	10	7		19	
※ タチモ		1	12		13	
※ ミズオオバコ	1	1	9		11	
ミジンコウキクサ			10		10	
ヤナギスプタ			5	1	6	
マツモ	2		3		5	
ハゴロモモ			4		4	
ボタンウキクサ		1	1	1	3	
※ ミズニラ	1			2	3	
※ アカウキクサ	1		1		2	
イチョウウキゴケ	1	1			2	
エビモ	2				2	
※ キクモ			2		2	
タヌキモ属			2		2	
フサモ属			2		2	
※ アサザ			1		1	
※ ガガブタ	1				1	
ヤナギモ	1				1	

東広島市は現在も都市化が進行している地域であり、それぞれの水生植物にとって好適なため池が消失している過程における分布構造であると考えられるが、この程度の範囲において、周辺環境が類似している可能性や水路などでため池が連結しているといった可能性もあり、半径 500m をため池の集合体としてのユニットとして、絶滅危惧種等が生育するため池だけでなく、半径 500m 以内のため池も合わせて保全していくなどの対策が必要と考えられる。

分布相関の解析 (図 3) では、それぞれの

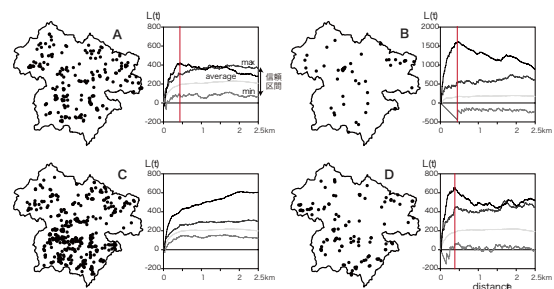


図 2 ため池タイプ毎の分布構造

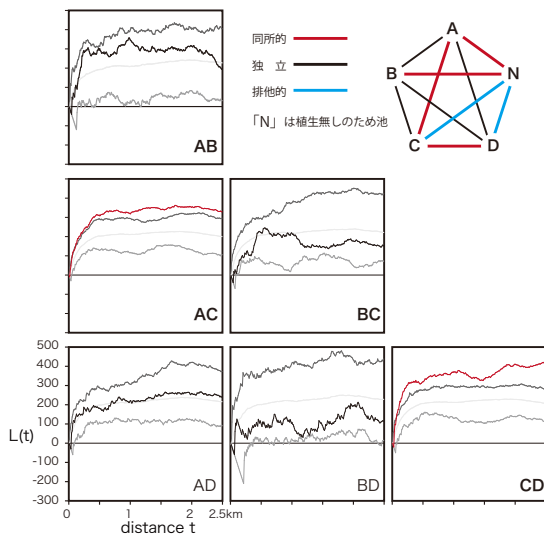


図3 分布相関

ため池タイプは、同所的もしくは独立分布をしていたが、タイプ C、D は、植生無しのため池と排他的分布をしていた。C、D のため池は、比較的自然度の高い種で構成されたため池であり、植生無しのため池と排他的分布をしていることから、今後もこの地理的空間構造を維持する必要がある。

種ごとの生育地モデルについては、ほとんどの種の出現頻度が少なく、モデルを作成することが出来なかったため、TWINSPAN の指標種についてモデルを作成した (表 2)。周囲のため池の数や、標高等の係数が高く、これらの値がそれぞれの種にとって重要な指標であることが明らかになった。

以上より、ため池の水生植物は、地理的分

表 2 種ごとの生育地モデル

寄与率	ヒシ	スイレン	イヌタヌキモ	ジュンサイ	フトヒルムシロ	ヒツジグサ	ヒルムシロ
ため池数 (=250m)	46.2	63.3	37.9	15.9	39.0	31.5	30.7
ため池数 (=500m)	31.0	13.1	29.9	37.5	27.5	30.5	40.0
標高	4.1	4.4	19.0	17.6	9.6	25.1	11.2
起伏量	7.8	15.9	5.0	21.8	20.9	12.2	15.3
WetnessIndex	10.9	3.5	8.3	7.3	2.9	0.6	2.8

布構造が水生植物の存続に影響している可能性が示唆され、ため池の水生植物がメタ個体群として存続している可能性あることが明らかになった。

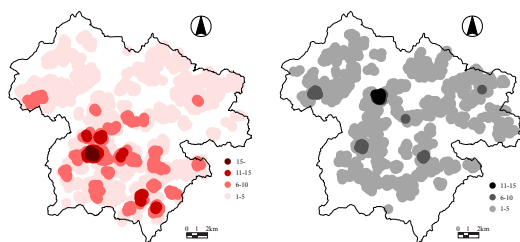


図4 タイプ CD が集中する場所 (左)

タイプ A が集中する場所 (右)

本研究では、これらの結果から、タイプ C

と D を保全すべきため池タイプとして設定し、それぞれのため池が、半径 500m 以内に存在している数を算出した (図 4 左)。これより、東広島市の南から南西部において特に集中して分布していた。しかしながら、同時に外来種や環境変化に伴って分布を拡大すると考えられるヒシが優先するため池も南西部では同所的に分布していた (図 4 右)。これらのため池については、重点的な保全策、開発行為への対応を取っていくことが望まれる。

## 5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[学会発表] (計 1 件)

1. 渡邊園子, 水生植物の生育適地とその地理的分布, 日本生態学会第 60 回全国大会, 2013 年 3 月 7 日, 静岡県コンベンションアーツセンター

## 6. 研究組織

(1) 研究代表者

渡邊 園子 (WATANABE SONOKO)

広島大学・国際協力研究科・特任講師

研究者番号: 80403616