

(13) 多様度指数における種の存在比率導出手順の提案と抽水植物群落の種多様性評価への適用

水谷 沙織^{1*}・田中 周平²・藤井 滋穂²・山崎 永文¹・池田 大介¹・
國政 瑛大¹・鎌田 正篤²・Jorge Garcia²・伊藤 依子²・西川 博章³

¹ 京都大学大学院工学研究科 都市環境工学専攻 (〒606-8501 京都府京都市左京区吉田本町)

² 京都大学大学院地球環境学堂 (〒606-8501 京都府京都市左京区吉田本町)

³ 株式会社ラーゴ (〒523-0821 滋賀県近江八幡市多賀町 586-1)

*E-mail:mizutani@eden.env.kyoto-u.ac.jp

種の多様性に対する定量的評価法の確立が求められている。本研究では、多様度指数における種の存在比率を導出する調査・解析法を提案し、抽水植物群落の種の多様性を定量的に評価する手法を検討することを主目的とした。2008～2010年に琵琶湖沿岸の抽水植物群落 132 群落 118ha において単独測位携帯型 GPS 装置を用いた植生調査を実施した結果、得られた主な知見を以下に示す。1) 琵琶湖沿岸の抽水植物群落を植生構造により 2,755 区画に区分し、貴重種、外来種を含む 383 種の植物の分布を確認した。2) 多様度指数における種の存在比率を導出するための調査・解析手法を示した。3) 群落内部の植生の多様さを定量的に示し、多様度指数を適用することで、従来よりも正確に種の多様性を評価した。

Key Words : vegetation survey, emerged plant community, Portable Point Positioning GPS, species diversity evaluation, diversity index

1. はじめに

(1) 琵琶湖沿岸ヨシ群落における生物多様性の保全

2010年にCOP10(生物多様性条約締約国会議)が日本で開催され、生物多様性の重要性が多くの人々に認識されるようになった¹⁾。一方で保全のための方策は十分でない。その原因は生物多様性の現状が正しく把握されておらず、損失状況などの評価が不十分なことにある。生物多様性国家戦略2010においても、「膨大なつながり個性によって形づくられた生物多様性の状態が十分には把握されておらず、科学的認識に基づく評価と対策のための基礎的な知見が不足している」と述べられており²⁾、生物多様性の評価手法の確立が必要とされている。

滋賀県では1992年にヨシ群落保全条例を制定し、琵琶湖沿岸のヨシ群落の保全と再生に取り組んでいる。生態系の保全を目標に掲げた国内初の条例であり、ヨシ群落保全基本計画には生物多様性の保全が明記されている³⁾。条例制定の背景には湖岸の急激な開発によるヨシ群落の減少がある。琵琶湖の原風景であるヨシ群落は、魚介類や鳥類などの多様な生物を育む場所でもある。条例の制

定以降、失われたヨシ群落を再生するために各地でヨシの植栽が行われてきたが、植栽したヨシが定着しない⁴⁾、自生の群落とは大きく異なる植生になるといった失敗例も多かった⁵⁾。ヨシ群落の再生と保全にはその生育特性および生物多様性の評価手法についてさらなる科学的な知見が必要とされている。

(2) 従来の植生調査

従来行われてきた植生調査には様々な方法があるがそれぞれ一長一短であり、群落全体の植生を詳細に把握することは困難であった。琵琶湖沿岸では植物群落の調査として航空写真による判読と、一部の群落での現地調査が実施されている。平成20年度に滋賀県が琵琶湖および内湖で行ったヨシ群落現存状況調査で作成された植生図を図-1に示す⁶⁾。ヨシ、ヤギ、林、リュウノヒゲ類、ナガバネ類の4種について広範囲の調査結果が報告されている。本調査では多様な種の同定が困難であった。フロラ調査の結果を分類した群落組成表の例を図-2に示す⁷⁾。本調査では多様な種を確認可能であったが、面積や生育量などを把握することができなかった。また、群落の一部を

抽出して調査を行うため、調査場所の選択が結果に影響を及ぼす可能性があった⁹⁾。組成表は複雑な構成のため、判読結果を実際のヨシ植栽事業などに反映することは困難であったと考えられる。

(3) 多様度指数による評価

種の多様性の評価方法として、様々な多様度指数が提案されている。種の多様性は種数と構成種の個体間の均等性あるいは優占度により評価される。代表的なものとしてShannon-Wienerの多様度指数 H' やSimpsonの多様度指数 d 、その逆数の森下の p 指数などが用いられている。

生物の種数とそれぞれの個体数は正規分布などの分布型を仮定して対象範囲のごく一部のデータから全体を推定する場合が多いが、サンプルの抽出方法によっては種を十分に反映できない可能性があった。また、多様度指数によってはサンプルの大きさが結果に影響を及ぼす場合もあるとされている⁹⁾。伊藤ら¹⁰⁾は各種の指数にはそれぞれの長所・短所があるにも関わらず、それらを十分に考慮せずに使用される場合も多いことを指摘している。従来の植生調査方法では群落全体の種数と生育量を十分に把握できない可能性があり、多様度指数によって正確に評価することが困難であった。

(4) 本研究の目的

著者らは広範囲の植生分布と多様な種の生育状況を定量的に把握する調査法として、単独測位携帯型GPS植生調査法¹¹⁾¹²⁾(以下GPS調査法)を提案してきた。これを琵琶湖沿岸の抽水植物群落に適用し、琵琶湖岸におけるヨシ植栽時の地盤高設計が植生遷移に及ぼす影響¹¹⁾や外来植

物の侵入状況¹²⁾について報告してきた。

本研究では、抽水植物群落における植物種の多様性を定量的に評価するための調査・解析手順を提案することを目的とした。まず、評価の元となる正確なデータを収集する調査方法として、GPS調査法の有効性を検討した。次に、多様度指数における種の存在比率を導出する手順を提案し、調査結果から群落の植生構造を把握して指数を用いることにより群落内部の植生の多様性を検討した。以上の手順をまとめたものを図-1に示す。この方法に沿って植生の多様性評価手順を検討した。

3. 調査の方法

(1) 調査の対象

GPS調査法を適用した群落の位置を図-4に示す。調査は2008年9月~12月、2009年9月~2010年1月、2010年9月~12月に実施し、調査日数は61日間であった。琵琶湖全域の沿岸に生育する抽水植物群落のうち約1,000 m²以上の132群落118 haを対象とした。抽水植物が主に生育する琵琶湖標準水位B.S.L.(Biwako Standard water Level)約-120~60 cmを調査対象範囲とした。ただし、その範囲外でも群落として連続している場合は、境界までを調査対象とした。

過去にヨシ植栽事業の対象となった群落を植栽群落、それ以外の群落を自生群落と定義した。自生の群落にヨシが補植された場合や植栽されたヨシが消失、減少している場合も一律で植栽群落とした。調査対象群落のうち自生群落が93群落、植栽群落が39群落であった。

(2) 単独測位携帯型GPS植生調査法¹¹⁾¹²⁾

植生とはある範囲内に生育する植物集団を指す¹³⁾。植生は森林や草原など相互に識別しうる部分に分けられ、この具体的なまとまりをもつ集団を植物群落と呼ぶ。本研究では植物がひとつのまとまりとなって生育している

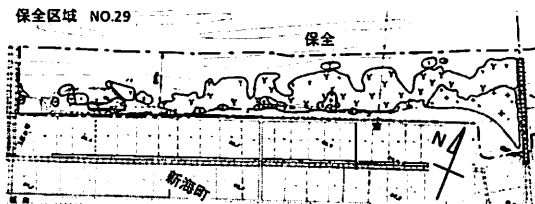


図-1 滋賀県ヨシ群落現存状況調査による植生図⁶⁾

群落区分 調査区番号 出現種数 群落区分種 ヨシ 下位単位区分種 シロネ 群落標徴種 カサゲ 上級単位の種群 クサヨシ ウキヤガラ イソコマ その他の種群 クロモ アメリカセンダングサ	Aヨシ群落										B:カサゲ群集									
	A					B					A					B				
調査区番号	161	167	345	545	163	343	448	351	352		161	167	345	545	163	343	448	351	352	
出現種数	1	1	4	4	4	4	4	5	6		1	1	4	4	4	4	5	6		
群落区分種	44	54	44	54	54	55	54	54	34		44	54	54	55	54	54	55	54	34	
下位単位区分種	11	.	.	.	.	23	44	55	23	23		.	.	.	.	.	.	.	.	
群落標徴種	9	.	.	.	.	+	2	55	54	55		.	.	.	.	.	.	.	.	
上級単位の種群	8	.	.	.	.	.	23	.	.	22		.	.	.	.	.	.	.	.	
クサヨシ	7	.	.	.	.	12	.	.	+	.		.	.	.	.	.	.	.	.	
ウキヤガラ	4	.	.	.	.	.	.	.	+	+		.	.	.	.	.	.	.	.	
イソコマ	6	.	.	22	.	.	.	.	.	.		.	.	.	.	.	.	.	.	
その他の種群	6	.	.	.	.	.	.	.	.	.		.	.	.	.	.	.	.	.	
クロモ	6	.	.	.	.	.	.	.	.	.		.	.	.	.	.	.	.	.	
アメリカセンダングサ	6	.	.	.	11	.	.	.	.	.		.	.	.	.	.	.	.	.	

図-2 群落組成表の例⁷⁾(一部省略)

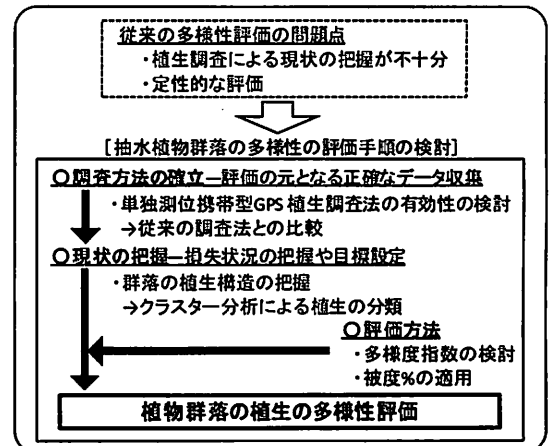


図-3 本研究での多様性評価手順の検討方法

範囲を植物群落と定義した。群落内の植生は優占する植物種と繁茂状況から判断する相観性、優占種以外の構成種とその繁茂状況から判断する構造的性によって植物種の構成が異なる植生区画に区分することができる。GPS調査法では植物群落内をさらに植生の均一な区画に細分し、区画の位置をGPS装置に記録することによって面積を把握した。植生の面積を得たことにより、各植物の生育量を定量的に把握することが可能になった。

田中ら¹⁴⁾によるGPSの精度の検証によれば、水生植物群落内において、記録点の位置情報の誤差は88%の確率で半径1.4m以内であり、記録点で直線を描いた場合は94%が1.4m以内となった。面積を算出する場合は200 m²の区画では相対誤差が7.5%以内、800 m²では5.3%以内となったことから、抽水植物群落の面積の算出に十分に適用可能であると考えられた。

GPS調査法の概要を図-5に示す。図より、植生調査はGPS装置によって区画を区分する植生区分踏査と、区画ごとの植物社会学的植生調査の2段階で構成される。

a) 植生区分踏査

調査群落の植物の分布状況から、相観性、構造的性により植生の均一な区画を目視により判断した。植生区分の境界を踏査し、3～5mごとに踏査点の緯度・経度をGPS

装置に記録した。これを群落全体に対して行い、群落内を植生の均一な区画に区分した。各踏査点の緯度・経度のデータを平面直角座標系に変換し、1m×1mのメッシュ上に植物群落の平面図を作成した。

b) 植物社会学的植生調査

区分した区画ごとに植物社会学的手法(Braun-Blanquet法¹⁴⁾)に基づく植生調査を行った。区画内の植生状況を最も表している場所に代表コードラート(1m×1m)を設置し、コードラート内の植被率、最長草高、水深、出現する植物種とその被度および群度を記録した。

c) 植生データの集計

踏査によって得られた群落の位置情報を1m×1mのメッシュに変換し、植生情報を入力した。ここで、植物の地上投影面積を表す被度は7段階の階級値である。この中央の値と区画の面積を用いて各植物の存在比率を被度%(%)と定義することで植生情報を定量化した¹⁵⁾。被度%と面積を考慮することで、群落全体の生育量を定量的に把握することが可能となった。例えば、面積が90m²、ヨシの被度%が37.5%の区画と面積が10 m²でヨシの被度%が87.5%の区画からなる群落の場合、群落全体のヨシの被度%は42.5%となる。

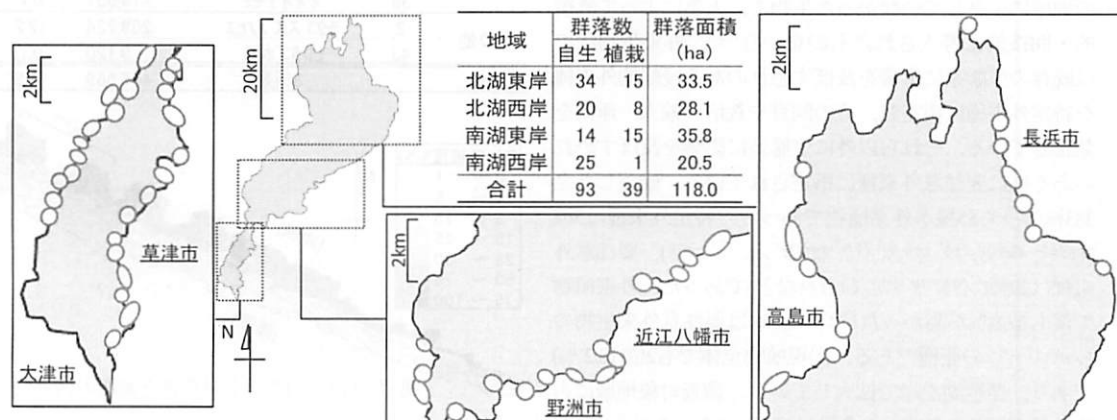


図-4 調査対象群落の位置

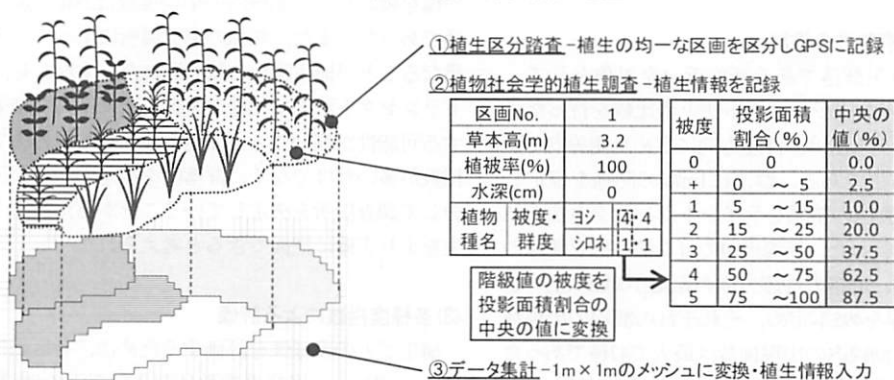


図-5 GPS調査法の概要

3. 結果および考察

(1) 琵琶湖沿岸で確認された植物種

調査対象とした琵琶湖沿岸全域の抽水植物群落の合計面積は118 ha、総区画数は2,755区画、確認された植物種数は383種であった。調査対象群落全体の被度%が最も大きい種はヨシ(41.3 %)であり、多くの抽水植物群落でヨシが優占していた。次に被度%が大きい種が外来植物のチカスミノヒ(12.2 %)であり、水の循環が少なく泥が堆積している場所に多くみられた。

本調査により貴重な植物や既存の生態系に影響を及ぼす可能性のある外来植物の出現地点や生育量などが明らかになった。調査で確認された植物のうち、環境省が絶滅の恐れのある種をリストアップしたレッドリスト「日本の絶滅の恐れのある野生動物のリスト」および滋賀県版のレッドリスト「滋賀県で大切にすべき野生生物」に掲載された種を貴重植物とし、27種を確認した。貴重植物が出現した群落の位置と主な出現種を図-6に示す。47群落の108区画で確認し、うち34群落が自生群落であり、区画では96区画が自生区画であった。貴重植物の多くは自生群落に生育していた。

外来植物の出現状況を表-1に示す。外来種とは本来その地域に生息していなかった生物で、人為によって直接的・間接的に導入されたものをいう¹⁹⁾⁷⁾。外来生物法では既存の生態系に影響を及ぼす恐れのある侵略的外来種を特定外来種に指定し、その飼育や栽培、輸入、運搬を禁止している。それら以外に生態系に影響を及ぼす恐れのある種は要注意外来種に指定されている。確認した全383種のうち85種が外来植物であった。特定外来種は5種(オオアサモ、アレチウリ、ナガエツルノゲイトウ、オオカワヂシャ、ミズヒマリ)、要注意外来種は29種(セイタカアワダチソウ、ナガエツルノゲイトウ、オオアサモ、オオナミ、チカスミノヒなど)であった。外来植物で最も被度%が高かったチカスミノヒは要注意外来生物のチカスミノヒの亜種である。出現植物全体でも2位(12.2 %)であり、琵琶湖沿岸で拡大していた。調査対象地域に占める外来植物の被度%の合計は16.8%であった。

(2) GPS調査法の有効性の検討

北湖東岸の自生群落である新海浜 4を対象として、GPS調査法とライントランセクト法との比較を行った。ライントランセクト法は、沖陸方向に定めた測線内で植生調査を行う方法である。群落に1m幅の測線を仮定し、測線内のGPS調査法の結果をライントランセクト法の結果として検討を行った。新海浜 4のヨシ植生図と測線の例を図-7に示す。群落の沖陸方向の距離が30m以上の場所に1m幅の測線を495本定め、それぞれの測線の出現種数を検討した。測線内の出現種数は最大で47種であったのに対し、GPS調査法では群落全体で107種と2倍以上

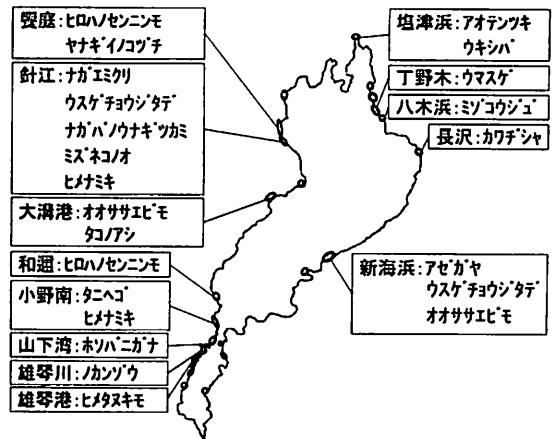


図-6 貴重植物出現群落の位置と出現例

表-1 外来植物の出現状況

	全体順位	植物種名	出現面積(m ²)	被度(%)
特定外来種	28	オオアサモ	20,929	0.2
	35	アレチウリ	12,296	0.1
	42	ナガエツルノゲイトウ	6,057	0.1
	206	ミズヒマリ	916	0.0
	381	オオカワヂシャ	17	0.0
要注意外来種	7	セイタカアワダチソウ	131,124	1.9
	14	ホテイアオイ	23,856	0.7
	20	アメリカセンダングサ	60,915	0.5
	27	キショウブ	42,315	0.2
	38	オオナミ	14,651	0.1
その他	2	チカスミノヒ	238,224	12.2
	43	ヒメタコホウ	9,120	0.1
全体		85種	445,569	16.8

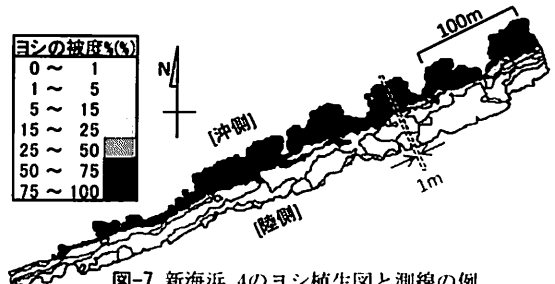


図-7 新海浜 4のヨシ植生図と測線の例

の種を確認した。測線内の平均種数は28種、最小では11種であった。また、測線の選択場所によって生育状況も異なることが植生図から読み取れた。すなわち、ライントランセクト法では測線の選択場所によって結果が変化することが示された。GPS調査法では確認種数が多いだけでなく、群落内を植生の均一な区画に区分して調査場所を決定していることから、群落全体の植生をより正確に把握できると考えられた。

(3) 多様性指数による評価

植生ごとの多様性を評価するために、各区画に対してShannon-Wienerの多様性指数H'および森下のβ指数を適用

した。 H' と β を求める式を以下に示す。

$$H' = -\sum_{i=1}^S p_i \cdot \ln p_i \quad (1)$$

$$\beta = 1/\lambda = 1/\sum p_i^2 \quad (2)$$

$$p_i = \frac{n_i}{N} \quad (3)$$

(S : サンプル中の出現種数, n_i : 種 i の出現数, N : 総サンプル数)

p_i は種 i の存在比率(種 i の個体数の総個体数に対する割合)であるが、通常は対象地域の一部を調査した結果から推定されていた。そこで、 p_i に対して区画内の各植物の地上投影面積割合を表す被度%を用いて式(4)によって p_i を求めた。

$$p_i = \frac{C_i}{\sum_i C_i} \quad (4)$$

(C_i : 対象範囲での種 i の被度%、 Q : 区画内の総出現種数) 式(4)を式(1)、(2)に代入し、 H' および β を求めた。被度%は植生の面積を考慮して各植物の生育量が全植物の生育量に占める割合を求めた値であり、広範囲にわたる群落全体を定量的に評価できると考えられる。新海浜_4に存在

する4つの区画A-Dの被度%植物構成と多様度指数を求めた結果を図-8に示す。出現種数が少なく、チコススメリエが優占する区画Aでは $H' = 0.2$, $\beta = 1.1$ で両指数とも最も小さかった。出現種数が多い区画Bでは $H' = 2.6$, $\beta = 11.1$ で最も大きかった。区画C、Dは出現種数は同じであったが、Cは $\beta = 7.5$ で、Dの $\beta = 3.8$ の約2倍であった。Dではヨシの被度%が46.3%で優占しており、均等性からCの方が多様度指数が大きくなった。

GPS調査法とライントランセクト法の結果に対して多様度指数を適用した場合を比較した。新海浜_4において1m幅の測線を設置したときの測線内の被度%と、群落全体の被度%を用いて H' と β を求めた結果および出現種数を図-9に示す。GPS調査法による群落全体の H' は3.4であった。測線内の H' は最大で3.1、最小で1.2、平均は2.3となった。 β はGPS調査法では16.3であり、測線内では最大で15.7、最小で2.4、平均は6.9であった。両指数とも測線内の最大値をGPS調査法の結果が上回った。測線の平均との差は H' で1.5倍、 β で2.4倍であった。また、測線の位置によって多様度指数・出現種数ともに大きく変動していた。ライントランセクト法では測線の選択によって多様度指数が変化する恐れがあることが示された。一方、GPS調査法では群落全体を対象として被度%を算出していることから、測線の調査結果から群落全体を推定する場合よりも正確に多様度指数を求められる可能性があると考えられた。

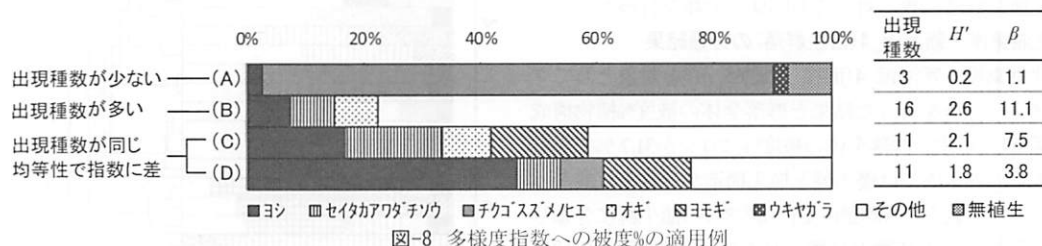


図-8 多様度指数への被度%の適用例

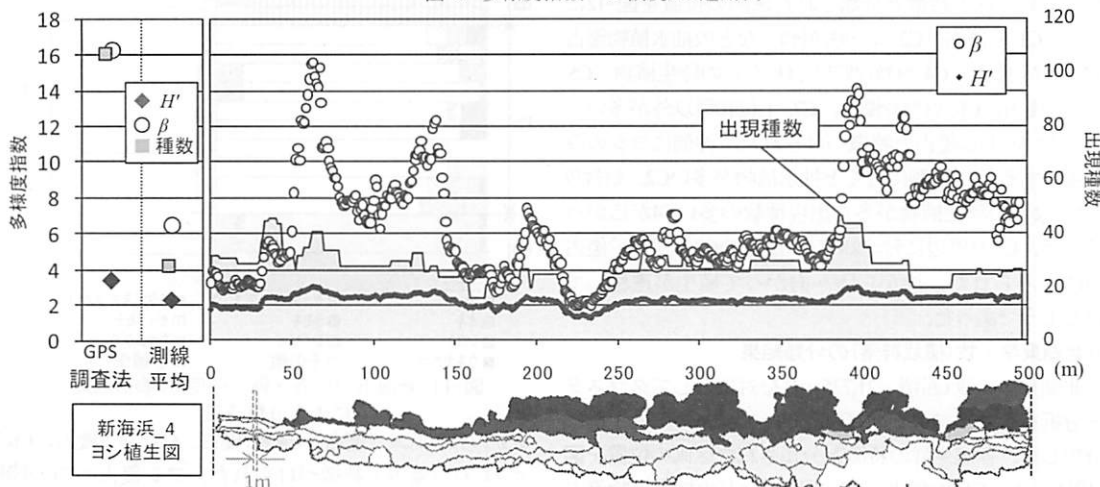


図-9 新海浜_4でライントランセクト法を実施した場合の各測線の出現種数と多様度指数

(4) 群落内の植生の多様性

種の多様性の空間の概念を図-10に示す。 α 多様性はあるひとつの環境内における生物種の多様さであり、多様度指数で評価されるのは α 多様性である。 β 多様性は異なる環境間の種の多様さであり、異なる環境間の種が類似していないほど高い。 γ 多様性は対象とするすべての環境の種の多様性であり、多様な種が存在できる様々な環境が存在するときに高くなる。

本研究ではひとつの群落を植生の均一な区画に分け、区画内の植生構造を定量的に把握した。区画内に生育する種および出現種数はそれぞれ異なり、ヨシ1種のみの区画もあれば20種以上の植物が出現する区画も存在した。また、各植物の被度%も区画によって異なり、生育する植物が同じでも被度%の違いで区画の性質は異なっていた。一つの区画内の種の多様性を α 多様性とみると、区画間の性質の違いが β 多様性、様々な性質の区画が存在する群落の種の多様性を γ 多様性とみることができる。そこで、群落内の区画を植生構造によって分類し、群落内部の植生の多様性を検討した。

区画の分類として群落内の被度%上位10種とその他の植物の合計の被度%植物構成比を目的変数としてクラスター分析を行った。クラスター間の距離計算はユークリッド距離で行い、その合併方法にはウォード法¹⁹⁾を用いた。北湖東岸の自生群落の新海浜_4を対象とし、比較として植栽群落の牧に対しても同様の分類を行った。

a) 北湖東岸・新海浜_4(自生群落)の分類結果

北湖東岸の新海浜_4(面積: 28,265 m²)を対象としてクラスター分析を行った結果と群落全体の被度%植物構成を図-11に示す。群落全体の被度%はヨシが31.7%で最も大きく、各区画では優占種と植生構造がそれぞれ異なっていた。これらの56区画をC1~8の8つの植生群に分類した。各植生群の特徴と分類された区画の位置を図-12に示す。C1. ヨシ優占, C2. シロネ、ウキヤガラなどの抽水植物優占, C3. シロネが優占, C4. セイヨウアザミ、ミズアザミなどの陸生植物, C5. カナムグサ優占, C6. セイヨウアザミ優占, C7. 上位10種以外が多い, C8. チコクズメヒエ優占と特徴づけられた。沖側にヨシのみが生育するC1、陸側に行くと抽水植物が多いC2、セイヨウアザミなどの陸生植物が多く出現種数の多いC4が広がっていた。C2の周辺にチコクズメヒエ優占のC8やシロネ優占のC3がみられた。沖から陸へ向かって植生が遷移しているようであった。

b) 北湖東岸・牧(植栽群落)の分類結果

北湖東岸の牧(面積: 21,775 m²)を対象としてクラスター分析を行った結果、37区画をC1~C6の6つの植生群に分類した。各植生群の特徴と分類された区画の位置を図-13に示す。C1. ヨシ優占, C2. ウキヤガラなどの抽水植物優占,

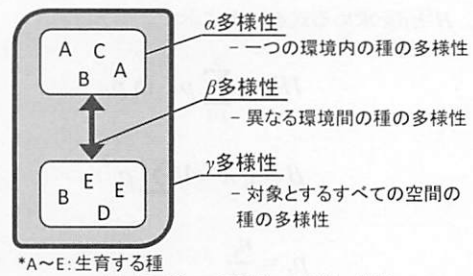
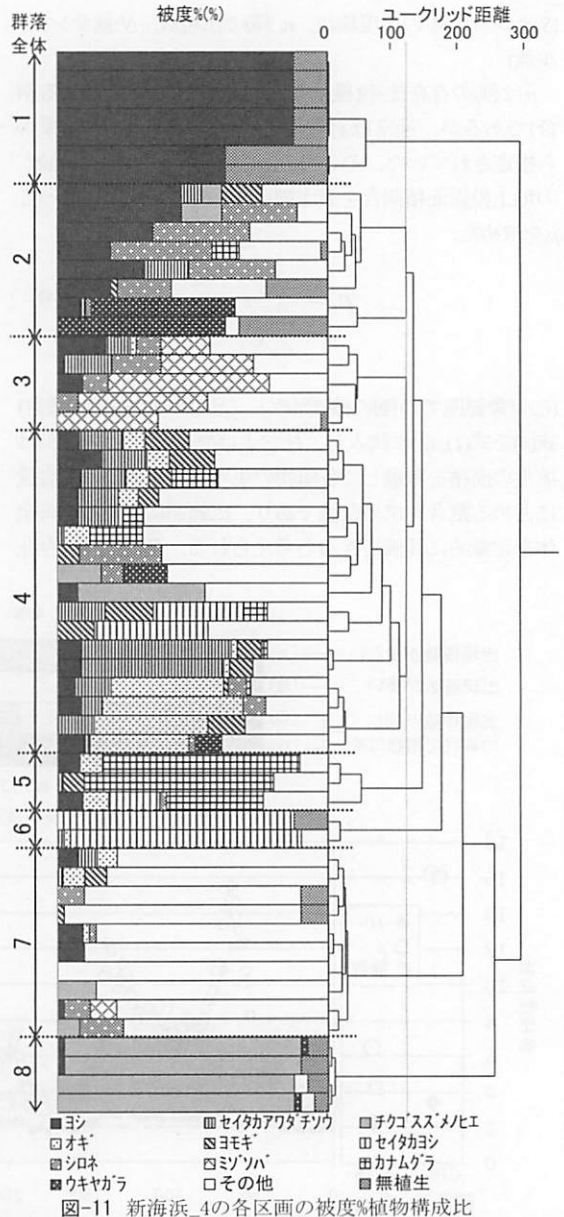


図-10 種の多様性の空間の概念



C3. アマガサ、ミズアザミが優占, C4. マコモ優占, C5. セイヨウアザミ優占, C6. チコクズメヒエ優占と特徴づけられた。ヨシ優占のC1の陸側に抽水植物が多いC2が広がる場所と、沖側にC6チコクズメヒエ

ハエ優占が広がる場所が存在していた。C2以外に分類された区画では1種のみが優占する傾向があり、区画の合計面積は17,051 m²で全体の78 %を占めていた。牧は1993~1999年にかけてヨシの植栽が行われた地区であり、もとはヨシのみの植生であったと考えられる。調査結果ではチコススメノヒエの繁茂が顕著であり、植栽されたヨシと置き換わった可能性が考えられた。

新海浜_4全体での出現種数は107種で、最も多い植生群(C4)では64種が出現したのに対し、牧全体では21種、最も多い植生群(C5)で15種と少なかった。牧は限られた種しか生育できない環境であったと考えられた。

GPS調査法の結果を用いてクラスター分析を行った利点は、群落全体の植生とその面積を従来よりも正確に把握したうえで群落内の植生の分類が可能になったことであると考えられる。また、類似した植生の位置を植生図として示すことにより、群落内の詳細な植生の変化が表現された。

c) 分類された植生への多様度指数の適用

新海浜_4および牧の各区画の多様度指数を求めた結果とクラスターごとの平均を図-14に示す。新海浜_4で多様度指数の平均が最も高いのは、 H' ではセウカワグサ、オキナギなどが多いC4 ($H' = 1.8, \beta = 4.6$)、 β ではジノガ優占のC3 ($H' = 1.8, \beta = 4.8$)であった。C3, C4は他の植生群と比較して突出して多い種がなく、様々な種が出現していた。反

対に出現種数が少なく、1種が突出して優占するC1 ($H' = 0.0, \beta = 1.0$)、C6 ($H' = 0.3, \beta = 1.2$)、C8 ($H' = 0.3, \beta = 1.1$)で多様度指数は低くなった。植生群ごとの多様度の違いが表れていた。また、ヨシのみが生育するC1は多様度指数が小さいが、隣接して多様度指数が高い区画も存在し、多様な植生を持つ群落を形成していた。

牧で最も多様度指数が高いのは抽水植物が主に生育するC3 ($H' = 0.9, \beta = 2.3$)で、新海浜と比較すると多様度が小さい区画が多かった。ヨシ、チコススメノヒエなど1種が突出して優占する区画が多く、その面積割合も大きいことから、植生の変化が小さく多様度の低い群落であった。抽水植物群落内の植生とその多様性を比較することで、群落全体の多様性を評価が可能であると考えられた。

区画ごとに多様度指数を適用し、植生の特徴ごとに検討することでそれぞれの植生の α 多様性を評価した。植生群間の比較によって β 多様性を評価し、抽水植物群落間の比較によって γ 多様性を評価する複合的な種多様性評価手順の開発のための布石が示された。

4. 結論

本研究では多様度指数における種の存在比率を導出し、抽水植物群落に生育する植物種の多様性を定量的に評価

クラス ター	区画 数	面積 (m ²)	出現 種数	優占する植物	凡例
C1	7	7,245	1	ヨシ	
C2	8	4,735	35	抽水植物	
C3	5	2,695	28	ミソハ	
C4	17	10,511	64	セイカアワダテソウ、オキ	
C5	3	494	21	カナムグサ	
C6	2	543	4	セイカヨシ	
C7	10	566	62	上位10種以外	
C8	4	1,476	7	チコススメノヒエ	

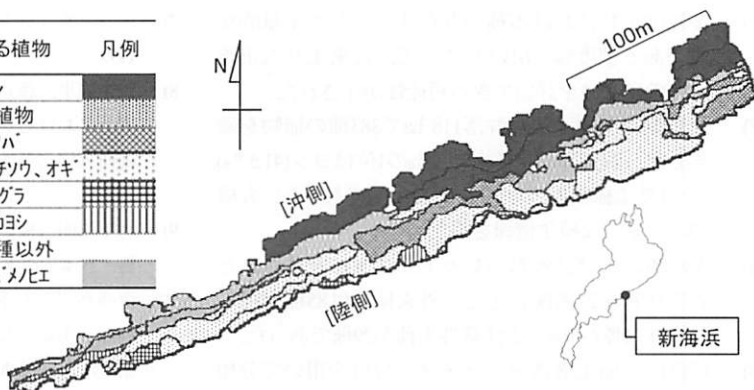


図-12 新海浜_4の群落内の植生の分布

クラス ター	区画 数	面積 (m ²)	出現 種数	優占する植物	凡例
C1	5	5,102	7	ヨシ	
C2	10	4,724	15	抽水植物	
C3	4	776	12	アメリカセンダングサ	
C4	3	805	1	マコモ	
C5	6	2,761	3	ヒメガマ	
C6	9	7,607	7	チコススメノヒエ	

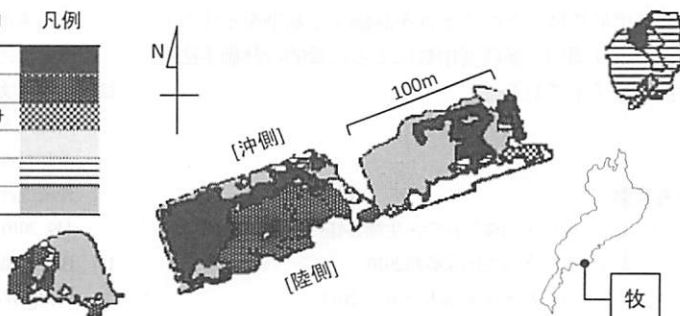


図-13 牧の群落内の植生の分布

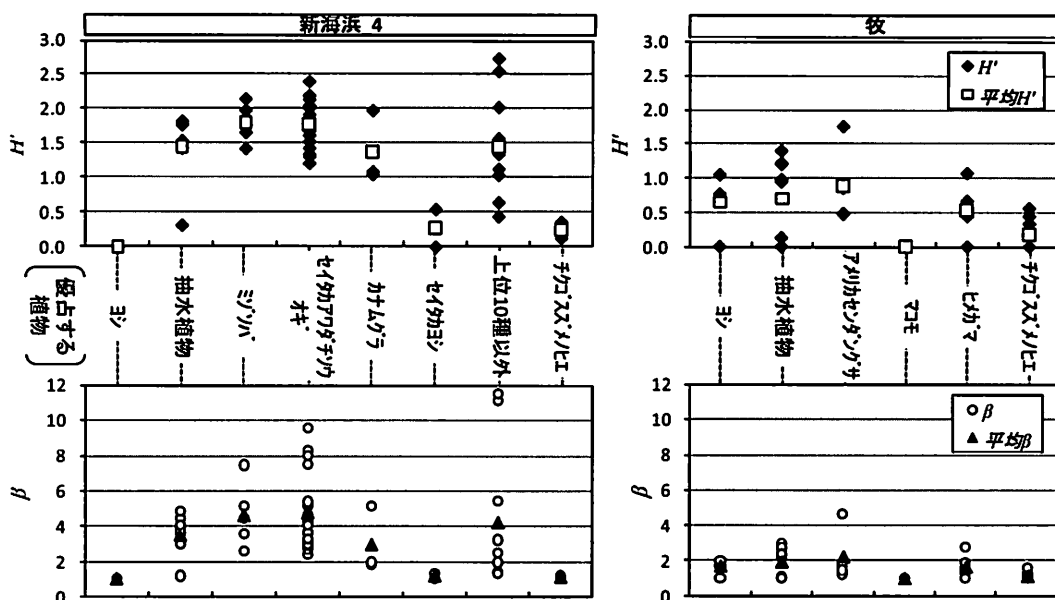


図-14 新浜_4および牧の各区画の多様度指数とクラスターごとの平均

する手法を示すことを目的とし、2008年9月~2010年12月に琵琶湖沿岸全域の抽水植物群落において単独測位携帯型GPS装置を用いた植生調査を実施した。また、抽水植物群落における種の多様性を評価する手法として、定量的な植生情報を多様度指数に適用した。得られた主な知見について以下に示す。

- 1) 多様度指数における種の存在比率として定量的な値である被度%を用いることで、従来よりも正確に種の多様性を評価できる可能性が示された。
- 2) 琵琶湖沿岸抽水植物群落118 haで383種の植物を確認した。調査群落全体の被度%の1位はヨシ(41.3 %), 2位は外来植物のカラス(12.2 %)であった。各植物の定量的な植生情報を得た。
- 3) 環境省および滋賀県のレッドリストに記載された貴重植物を27種確認した。外来植物は85種出現し、特定外来種が5種、要注意外来種が29種であった。
- 4) 群落内の植生構造をクラスター分析を用いて分類した。抽水植物群落内の植生の多様性を評価できる可能性が示された。

今後は植物種ごとの重要性を評価する基準を示すとともに、より適切な多様度指数による定量的な評価手法を検討する予定である。

参考文献

- 1) 環境省：環境・循環型社会・生物多様性白書，2010。
- 2) 環境省：生物多様性国家戦略2010
- 3) 滋賀県：ヨシ群落保全基本計画，2011。
- 4) 財団法人淡海環境保全財団：琵琶湖のヨシ再生に向けた

植栽条件に係る調査研究報告書，2002。

- 5) 田中周平，藤井滋穂，山田淳，西川博章，澤本直樹：琵琶湖沿岸ヨシ群落の植物種構成による再生評価手法の検討，環境衛生工学研究，vol.18No4, pp.11-20, 2004。
- 6) 滋賀県琵琶湖環境部自然保全課：ヨシ群落現存状況調査業務委託概要版，2008。
- 7) 佐々木寧：琵琶湖の植生環境調査，埼玉大学教養部，1995。
- 8) 田中周平，藤井滋穂，山田淳，西川博章，岡文和：植生調査におけるラインの選択が結果に及ぼす影響，環境技術研究協会年次大会研究発表会要旨集，vol.3, pp.211-214, 2003。
- 9) 森下正明：種多様性数値に対するサンプルの大きさの影響，日本生態学会誌46，pp.269-289, 1996。
- 10) 伊藤嘉昭，佐藤一憲：種の多様性比較のための指数の問題点—不適當な指数の使用例も多い—，生物科学第53巻第4号，pp.202-204, 2002。
- 11) 山崎永文，田中周平，藤井滋穂，國政瑛大，池田大介，阿部翔太，西川博章：湖沼沿岸域における植生遷移後の群落構造に及ぼすヨシ植栽時の地盤高設計の影響，環境工学研究論文集，vol.46, pp.81-88, 2009。
- 12) 山崎永文，田中周平，藤井滋穂，池田大介，國政瑛大，阿部翔太，西川博章：単独測位携帯型GPS植生調査法による琵琶湖沿岸域の外来植物の侵入現況と抽水植物群落の連続性評価手法の検討，環境工学研究論文集，vol.47, pp.441-449, 2010。
- 13) Braun-Blanquet J., 鈴木時夫訳；Pflanzensoziologie Springer verlag Wien, 朝倉書店，1971。
- 14) Shuhei TANAKA, Shigeo FUJII, Akihiro KUNIMASA, Shota ABE,

- Daisuke IKEDA and Hiroaki NISHIKAWA : A Quantitative Vegetation Survey Procedure Applying a Portable Point Positioning GPS for Aquatic Plant Communities on Lake Shore, , Proceedings of the 6th Seminar on Water & Wastewater Management and Technologies, vol.6, pp131-136, 2008.
- 15) 田中周平, 藤井滋穂, 山田淳, 西川博章, 澤本直樹 : 琵琶湖沿岸ヨシ群落の植物種構成による再生評価手法の検討, 環境衛生工学研究, vol.18.No.4, pp11-20, 2004.
- 16) 日本生態学会編 : 外来種ハンドブック, 地人書館, 2002.
- 17) 環境省 : 外来生物法—特定外来生物による生態系等に係る被害の防止に関する法律, 2005.
- 18) 岩淵千明 : あなたもできるデータの処理と解析, pp51-60, 1997.
- (2011. 5. 30受付)

**Proposal of a Procedure to Obtain
Quantitative Parameters of Species Occurrence in Diversity Indices and
It's Application for Evaluation Diversities of Plant Species in Aquatic Plant Communities**
Saori MIZUTANI¹, Shuhei TANAKA², Shigeo FUJII²,
Nagafumi YAMAZAKI¹, Daisuke IKEDA¹, Akihiro KUNIMASA¹,
Masahiro KAMADA², Jorge GARCIA², Yoriko ITOH² and Hiroaki NISHIKAWA³

¹Dept. of Urban and Environmental Engineering, Kyoto University

²Graduate School of Global Environmental Studies, Kyoto University

³Lago Corporation

Quantitative evaluation of species diversity is urgently required to develop. This study aims to propose a procedure of vegetation survey and analysis to obtain every plant species occurrence in diversity indices and evaluate diversities of plant species in aquatic plant communities quantitatively. Vegetation survey with portable point positing GPS devices was carried out in 132 plant communities, in total 118ha, on Lake Biwa shore from 2008 to 2010. Findings are as follows: 1) In this survey, 383 plant species were observed. All communities were divided into 2,755 sections as homogeneous vegetation. 2) A procedure of vegetation survey and analysis was proposed to obtain every plant species occurrence in diversity indices. 3) Diversities of plant species in aquatic plant communities were evaluated accurately by showing various vegetation on maps and application of diversity indices.