

学位論文の概要

琵琶湖における外来魚ブルーギルの繁殖生態に関する研究

中尾 博行

環境動態学専攻

人間活動の影響により地理的障壁を越えて分布域を拡大させる生物、いわゆる外来生物が定着、増加し、時に人間の生活や生物多様性に無視できない影響を与えると、近年問題視されている。本研究では、日本の淡水生態系に深刻な影響を与えている外来種であるブルーギル *Lepomis macrochirus* を対象種とした。本論文は6章で構成されており、概要は以下のとおりである。

第1章の「序論」では、生物多様性保全の視点から見た外来種問題の重要性や琵琶湖での外来種問題の経緯、対象種であるブルーギルについてこれまでに知られている生態的知見について概説し、本論文の目的を述べた。

外来種による生物多様性や人間活動への影響として(1)在来種への捕食・競争などの生物間相互作用を通じた影響、(2)交雑して雑種化することによる固有の遺伝集団の消失、(3)外来植物が定着・蔓延することによる物理的基盤の改変、(4)人へ危害を加えたり伝染病を媒介する、(5)農林漁業への被害、が挙げられる。1992年にリオデジャネイロで開催された「地球サミット」で採択された生物多様性条約では、外来種問題の解決が国際的にも生物多様性保全上の重要な課題であることが明記された。わが国でも外来種による被害を防止することを目的とした「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（外来生物法）」が2005年6月に施行された。この法律により、本研究で対象種としたブルーギルは特定外来生物に指定され、飼育・運搬・輸入などが原則禁止された。

ブルーギルは北アメリカ大陸中東部原産のサンフィッシュ科に属する淡水魚である。日本に持ち込まれたのは1960年で、皇太子殿下（当時）が訪米の際贈呈された15尾に由来する。日本への移植後は食用魚として養殖が試みられたが、次第に省みられなくなった。その後、養殖個体の散逸や水系を通じての拡散、無秩序な放流などにより、分布域を広げ、現在ではほぼ日本全国から確認されている。琵琶湖周辺では、1965年に内湖の一つである西ノ湖で初めて確認され、1990年代半ば以降、特に琵琶湖南湖で爆発的に増加した。オオクチバス *Micropterus salmoides* とブルーギルが定着、増加した1970年代以降、琵琶湖における漁獲量は沿岸

性魚類を中心に激減し、イチモンジタナゴ、カワバタモロコの2種は湖内から完全に姿を消した。

本種は繁殖に際して水深1m前後の湖底に雄が産卵床を作り、産卵床は狭い範囲に集合して作られ、コロニーを形成する。原産地である北米においては、コロニーを構成する産卵床の数は400 - 500に達することもある。産卵時には、産卵床を作る雄（保護雄）以外に、雌に擬態してペアの産卵行動に加わって放精する雌擬態雄、産卵床の外からすばやくペアの産卵行動に入り込み放精するスニーカー雄の、2種類の代替戦術雄が出現することが知られている。産卵後は保護雄のみが産卵床にとどまり、卵と仔魚の保護を行う。移入され激増した琵琶湖の個体群では、本種の繁殖生態が北米と同様か否かは不明であり、特に本種を取り巻く種内および種間関係は、原産地と大きく異なると予想される。日本の代表的湖沼である琵琶湖においてブルーギルの繁殖生態を解明することで、本種の日本への定着および近年の増加の原因を考察するための重要な知見を得ることができる。琵琶湖はおよそ400万年もの歴史をもつ古代湖で多くの固有種が生息することから、外来魚対策が急務であることから、琵琶湖におけるブルーギルの繁殖生態を解明することは非常に重要である。本研究では、これまでにほとんど明らかになっていない琵琶湖のブルーギルの繁殖生態について、繁殖期間中に高い頻度で野外潜水調査を行い、繁殖についての包括的な知見を得ることを目的とした。

第2章の「繁殖生態の概要」では、これまでに十分に明らかにされていない琵琶湖のブルーギルの繁殖時期やコロニー形成状況などの基礎的な知見について、本研究で得られた結果をまとめ、原産地の知見や他魚種の繁殖生態と比較し、移入個体群である琵琶湖におけるブルーギルの繁殖生態の特徴について考察した。

調査は琵琶湖・北湖の北端部に位置する通称「奥出湾」（滋賀県伊香郡西浅井町菅浦地先）において、2002年から2004年の5月下旬から9月上旬にかけて実施した。保護雄が卵・仔魚を保護しているのが観察された場所を産卵床と定義し、産卵床が集合した状態をコロニーとした。スノーケリングまたはスクーバ潜水により小湾内を岸伝いに巡回し、産卵状況の観察を行った。コロニーを発見した場合、コロ

ニーの位置を記録し、個々の産卵床を識別するために、産卵床内に通し番号を記録した識別標識を置き、発見日を耐水紙に記録した。以降は卵・仔魚・保護雄のいずれもがみられなくなるまで、産卵床の観察を継続した。ブルーギルの仔魚は卵黄吸収を終え自由遊泳期に達すると産卵床を離れ、保護雄も産卵床を去ることから、仔魚が卵黄吸収を終え遊泳可能な状態に達して産卵床内から泳出し、保護雄も確認できなくなった場合に、仔群が浮上成功したものと見なした。それ以前の発育段階で卵・仔魚が確認できなくなった場合は浮上失敗と見なした。

ブルーギルの産卵開始期は従来の知見とおおむね一致し、水温が20℃に達する6月上・中旬であった。一方、産卵終了期は琵琶湖南湖における過去の知見よりやや遅い8月下旬であった。最も多くの産卵床が形成された繁殖のピークは繁殖期間の初期であった。仔群の浮上成功率は2003年が64.3% (119 / 185 産卵床)、2004年が71.0% (149 / 210 産卵床)であった。

繁殖に成功した産卵床における保護期間は5 - 10日間で、従来の知見より保護期間に幅がみられた。また、水温上昇に伴う保護期間の短縮が示された。過去の知見から、水温上昇にともなって卵・仔魚の成長が早まり、浮上までの期間が短くなったと考えられた。コロニーは同一の場所に繰り返して作られ、30産卵床を越える大規模なコロニーは繁殖期初期である6月から7月初めに集中して形成された。コロニー形成日(そのコロニーで新規産卵床が最も多く発見された日)とコロニーサイズ(コロニーを形成する産卵床の数)の間には有意な負の相関が認められ、繁殖時期の進行とともにコロニーサイズが小型化する傾向がみられた。繁殖期初期は保護期間が長いため、後期と比較してより多くの繁殖努力が必要となる。にもかかわらず、産卵の最盛期は繁殖期初期であった。原産地である北米では、初期に生まれ、最初の冬までにより大きく成長したブルーギルの0歳魚は、後期に産まれてより小さな個体よりも冬期の生存率が高いとの知見があることから、ブルーギルにとって早期に産卵することは、子の生存率を通じて個体の適応度を高める上で有利に働いていると考えられた。

第3章の「仔群の浮上成功に関与する要因」では、琵琶湖における本種の増加と密接に関連すると考えられる仔群の浮上成功・失敗と、時期、コロニー規模、保護雄による外敵に対する威嚇・追い払い回数などの諸要因との関係を検討し、コロニーの規模およびコロニー内の産卵床の位置が、仔群の浮上成功・

失敗に強く関係することを明らかにした。

繁殖期初期である6月に形成された産卵床では、7、8月の産卵床より浮上成功率が高い傾向にあった。繁殖期初期における繁殖は、高い浮上成功率とともに、子の翌年までの生残率も高める効果があると考えられ、ブルーギルの各個体にとってより適応的である。また、ロジスティック回帰分析の結果から、コロニーが大規模であるほど仔群の浮上成功率が高いという結果が得られた。大規模なコロニーにおいて、コロニー内の産卵床の位置に注目したところ、コロニー中央部では浮上成功率が高く、コロニー縁辺部ほどスニーカー雄の放精回数、保護雄の威嚇・追い払い行動回数が多かった。つまり、コロニー外縁部の産卵床は高頻度で捕食者の侵入とスニーカー雄の放精を受け、仔群の浮上成功に対する負の影響が中央部よりも大きくなり、浮上成功率が低下するものと考えられた。大規模コロニーほど縁辺部に対する中央部の産卵床の数は相対的に多いため、中央部の産卵床の浮上成功率が高まったことが、大規模コロニーの浮上成功率が高い要因だと考えられた。

第4章の「卵期・仔魚期仔群に対する在来巻貝類による捕食」では、ブルーギルの産卵床内に巻貝類が高頻度で確認されたことに着目し、産卵床の内外における巻貝類の生息密度の比較と、産卵床内の巻貝類に対する保護雄の行動観察を行った。さらに、巻貝類の卵・仔魚に対する捕食実験を行い、これまで全く知られていなかった魚類以外の捕食者として、巻貝類がブルーギルの卵・仔魚を捕食していることを明らかにした。

保護雄が保護を行っていて卵・仔魚が存在する産卵床と、保護雄も卵・仔魚も存在しない、産卵床の痕跡と考えられる円形のくぼみ、周辺に産卵床や痕跡の無い通常の湖底を対象に、単位面積当たりの巻貝類の生息数を計数した。その結果、卵・仔魚が存在する産卵床の巻貝類の生息密度が他の2者よりも高かった。捕食実験では、ブルーギルの卵と仔魚の個体数は、容器内にカワニナ類とヒメタニシを投入すると著しく減少した。2種の巻貝類が口吻部を動かしながらブルーギルの卵・仔魚を捕食する様子が観察されたことから、実験における卵・仔魚の消失の主因はカワニナ類とヒメタニシによる捕食だと考えられた。北米では、タニシ科に属する *Viviparus georgianus* が卵・仔魚のにおいを感知してブルーギルの産卵床に集まるとの報告があり、日本産のカワニナ類も魚類の死骸など動物性の餌を好むことが知られている。野外観察において、産卵床の卵・仔魚の上に定位するヒメタニシとカワニナ類が捕食実

験中に観察されたのと同様に口吻部を活発に動かす様子が観察されたことから、巻貝類は卵・仔魚を捕食するためにブルーギルの産卵床に集まったと推測された。捕食者が魚類である場合、ブルーギルの保護雄は活発な防衛行動を行うが、本研究の観察では、保護雄が巻貝類に対して何らかの行動をとる例は一度もみられなかった。巻貝類の移動速度がきわめて小さいため、ブルーギルの保護雄の防衛行動を解発しないためかもしれない。巻貝類は保護雄の防衛行動を受けず、多くの個体が長時間滞在し続けるため、全体として卵・仔魚の初期減耗に少なからぬ影響を与えている可能性がある。

第5章の「ブルーギル繁殖コロニーの構成個体とその食性」では、保護雄や代替戦術雄などコロニーの近傍にいる個体の生態的特性について明らかにすることを目的とした。

事前に5分間程度繁殖行動の観察を行った後、刺し網を用いてコロニー内に存在したすべての魚類を採集した。採集した個体を体色、形態、生殖腺の状態から保護雄、雌擬態雄、スニーカー雄、熟卵雌、未熟卵雌、未成熟個体に分類したところ、実際に産卵に参加しているのが観察された数を上回る数の熟卵雌、雌擬態雄、スニーカー雄が採集された。実際には繁殖に参加していないか、繁殖に参加しながらも捕食者としてコロニーに滞在していた個体が含まれている可能性が考えられた。

採集されたブルーギルを解剖し胃内容物を調査したところ、すべての繁殖タイプからブルーギルの卵、藻類、水草などが検出された。ブルーギルの食性についてはこれまで、水生昆虫、動物プランクトン、植物など非常に多岐にわたる餌を捕食することや、体長50mmまでの小型のブルーギルは橈脚類などの動物プランクトンを専食し、成長とともに雑食傾向が強まることなどが知られていた。しかし本研究で対象としたコロニー構成個体からは水生昆虫はほとんど検出されず、全長50mm程度のスニーカー雄、未成熟個体からも動物プランクトンは全く検出されなかった。一方で、ブルーギルの卵は保護雄、雌、代替戦術雄などすべての繁殖タイプから多量に検出された。摂餌量の指標として胃充満度指数(SFI)を算出したところ、その最大値は保護雄で5.0、雌擬態雄で6.1、スニーカー雄で6.2、未成熟個体で8.5であった。過去の事例では、通常時のブルーギルのSFIは最大で3.0程度とされてきたが、本研究で対象としたコロニー構成個体のSFIはこれをはるかに上回った。これらの繁殖タイプの個体がブルーギルの卵を多量に捕食していたためであると考えら

れ、卵が餌資源として大量に存在する場合に、従来知られていた飽食量を超えて大量に捕食する可能性が示唆された。

保護雄については、野外においてしばしば自らの産卵床の卵をついばむ行動が観察されたことから、検出された卵は自らの産卵床の卵であると考えられた。親が子を捕食する行動(Filial cannibalism)は北米のブルーギルを含む多くの魚類で知られており、子の保護に費やすコストを、卵を捕食することで補い、親の生涯繁殖成功を高める適応戦略であるとされている。ブルーギルの保護雄は10日程度の保護期間中、産卵床から離れないため、自らの産卵床にある卵を捕食し栄養的損失を補っている可能性がある。以上の結果から、産卵時に繁殖コロニー周辺に滞在しているブルーギルの食性が、通常の状態とは大きく異なることが明らかとなった。

第6章の「総合考察」では、各章で述べた本研究の結果を総括し、外来生物であるブルーギルの侵入、定着、増加要因の考察を行うとともに、本研究の結果の資源量低減策への活用について検討した。

一般に、日本の水域でブルーギルが定着し激増した主な理由として、従来は繁殖に際し卵・仔魚の保護を行うこと、食性が多様であることが挙げられてきた。本研究ではこれらの要因とは別に、ブルーギルが繁殖に際しコロニーを形成する点に着目した。産卵時のブルーギルの産卵床周辺には同種、他種の捕食者が高密度に存在し、卵は非常に高い捕食圧にさらされている。コロニー内の産卵床の位置について精査すると、コロニーの外縁部では中央部と比較して単位時間あたりの産卵床への侵入者に対する保護雄による威嚇・追い払い行動の頻度が高く、コロニー外縁部では中央部よりも侵入者が多いと考えられた。また、コロニー中央部では外縁部よりも浮上成功率が高かった。すなわち、ブルーギルのコロニーが、外縁部の産卵床が侵入者の標的となることで中央部の産卵床への侵入が軽減されるという、侵入者に対する防衛上の希釈効果を持つことが明らかとなった。本研究の調査地で同所的に繁殖していたオオクチバスは、産卵床を作り子の保護を行うが、コロニーを形成しない。ここでのオオクチバス仔群の浮上成功率はブルーギルの浮上成功率よりも明らかに低かった。共通の捕食者による捕食圧にさらされる中、ブルーギルの浮上成功率がオオクチバスよりも高いのは、ブルーギルがコロニーを形成し、捕食者の影響を低減させているためと推測された。以上の結果から、本種がコロニーを形成するという特徴的な繁殖生態を持つことが、琵琶湖へ定着し、増加

する過程で有利に働いたと結論づけた。

生物多様性保全の観点から、在来生物群集に影響を与える侵略的外来種であるブルーギルの生息量は可能な限り減少させることが望まれている。ブルーギルと同じ特定外来生物に指定されているオオクチバスについては、比較的早期に問題が顕在化したため、様々な駆除方法が考案されている。一方、ブルーギルの駆除方法については、現状では従来の漁法で捕獲しているのみで、未だ確立されたものが存在しない。本研究の結果から、ブルーギルの駆除は繁殖期初期の6月に沿岸部の浅瀬で、発見が容易な大規模コロニーを対象として捕獲するのが効果的だと考えられる。保護雄が駆除された産卵床では短時間の間に捕食者により卵・仔魚が捕食され全滅するため、次世代への仔群の加入を阻止できる。ブルーギルは雌雄とも1繁殖期に多数回繁殖することが知られており、繁殖期の初期に駆除すれば、多数回繁殖する可能性を持つ個体の以降の繁殖を阻止できる。以上のことから、従来の駆除方法のみならず、繁殖生態を利用した駆除方法を開発し実践することでブルーギルの資源量を低減し、在来生物への影響を緩和することが重要であると考えられる。

イタリアンライグラスにおける導入エンドファイトの動態に関する研究

笠井 恵里
環境動態学専攻

本論文は、緒論、第1章から第5章、総合考察で構成されており、概要は以下のとおりである。

緒論

イタリアンライグラス(*Lolium multiflorum* Lam.)は、寒地型イネ科牧草のひとつで、わが国の主として西南暖地において、最も重要な短年性牧草である。各種害虫によるイタリアンライグラスの被害は実用的に大きな問題となっているが、有用な育種素材が得られないために、交雑育種による耐虫性の改良についての研究は進んでいないのが現状である。そのため、耐虫性の改良に交配育種以外の方法が必要であり、これを克服するためにネオティフォディウム・エンドファイトの利用が注目されている。

ネオティフォディウム・エンドファイトに感染した植物は、生物的ストレス（特に害虫）や環境的ストレス（乾燥など）に耐性を示し、競合力が高いことが報告されている（Rowan and Gaynor 1986；Arechevaleta et al. 1989；Gwinn and Gavin 1992；West et al. 1993）。一方、ネオティフォディウム・エンドファイト感染植物の中には家畜毒性情質を含有するものがあり、牧草として利用するためには有害なアルカロイドを産生しないネオティフォディウム・エンドファイトを見出す必要がある。*Neotyphodium uncinatum* が感染しているメドウフェスク (*Festuca pratensis* Huds.) は、家畜毒性情質を含有せず、耐虫活性物質のロリンアルカロイド類のみを含有しており、その含有量も多いことが報告されている（Christensen et al. 1993）。しかし、ネオティフォディウム・エンドファイトとイネ科植物との間には宿主特異性があり、異種（属）植物への導入の可能性や接種後の安定性については未解決

のまま残されている（Leuchtman 1992；Koga et al. 1993；古賀 1999）。

本研究では、ネオティフォディウム・エンドファイトを利用して日本で最も重要な牧草であるイタリアンライグラスに耐虫性を付与することを目的として、メドウフェスクから分離された *N. uncinatum* のイタリアンライグラスへの導入の可能性とエンドファイト導入イタリアンライグラスにおける耐虫活性物質であるロリンアルカロイド類の動態を詳細に検討した。

第1章 メドウフェスクからのエンドファイトの分離およびイタリアンライグラスへの導入

メドウフェスクから分離されたエンドファイトを *N. uncinatum* と同定した（図1）。次に、*N. uncinatum* の1系統「Eto8」をイタリアンライグラス育成系統「JNIR-1」への導入の可能性、安定性、次代種子への移行を検討した。その結果、エンドファイト「Eto8」は、イタリアンライグラス「JNIR-1」への導入が可能であり、その生体内で定着し、次代種子、その幼苗にも移行することを確認した。また、素寒天培地上で種子を発芽させて付傷接種する既報の Latch and Christensen（1985）による導入方法で予備実験を行ったところ、多くの接種植物が枯死した。そこで、生存率、感染率を向上させるため、1/2MS 培地（組織培養用の培地）を用い、育苗方法等を改善した結果、接種2か月後の幼苗の生存率は、1/2MS 培地を使用した場合には89.4%で、素寒天培地の61.7%よりも有意に高くなった。幼苗のエンドファイト感染率は、1/2MS 培地を使用した場合には8.8%で、素寒天培地では2.8%であった（表1）。

表1. *Neotyphodium uncinatum* の1系統「Eto8」を導入したイタリアンライグラス育成系統「JNIR-1」とメドウフェスクの幼苗の生存率とエンドファイト感染率

草種	種子を発芽させた培地	供試幼苗数	生存率(%) ¹⁾	感染率(%)
イタリアンライグラス	素寒天培地	141	61.7*	2.8
	1/2MS 培地	113	89.4*	8.8**
メドウフェスク	素寒天培地	103	54.4**	3.9
	1/2MS 培地	85	94.1**	20.0**

1) *, **は、分散分析によりそれぞれ5%、1%水準で有意差あり。

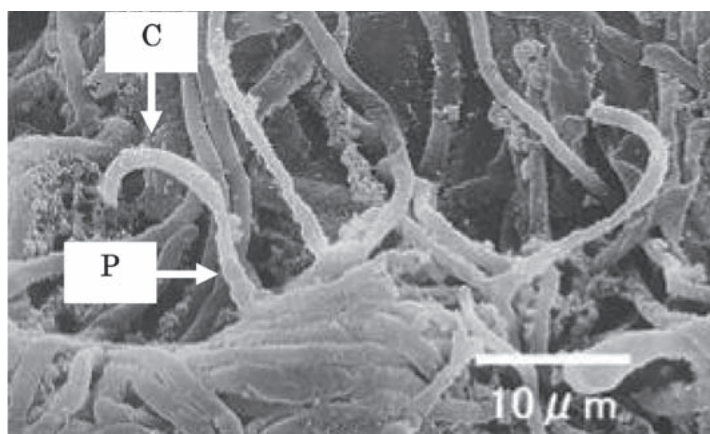


図1. メドウフェスクから分離し、イタリアンライグラスへの導入に用いた *Neotyphodium uncinatum* の1系統「Eto8」の走査電子顕微鏡写真
PDA培地にて25℃で60日間培養し、観察に供試した。
P：フィアライド，C：分生子

第2章 イタリアンライグラスの各品種・系統へのエンドファイト各菌株の導入

イタリアンライグラスの品種・系統および *N. uncinatum* の菌株の組み合わせによるエンドファイトの次代種子への移行程度の違いを検討するため、エンドファイト「Eto8」のイタリアンライグラスの8品種・1系統への導入および次代種子への移行の可能性を検討した。その結果、供試品種・系統の全てでエンドファイト導入による感染が認められたが、感染率は、15～63%であり品種・系統間で差異が認められた。次代種子のエンドファイト感染率は0～100%であり、各品種・系統間および個体間で差異があった。

第3章 エンドファイト導入イタリアンライグラスの次代種子におけるアルカロイド類の分析

10菌株の *N. uncinatum* を導入したイタリアンライグラス育成系統「JNIR-1」、品種「ワセユタカ」の種子における耐虫性物質の *N*-ホルミルロリン (NFL) と *N*-アセチルロリン (NAL) の濃度を測定した。その結果、「JNIR-1」では、1,530 (種子のエンドファイト感染率を100%として算出した推定濃度1,662ppm)～3,940ppm、「ワセユタカ」では、1,050 (推定濃度1,500ppm)～4,650ppmであり、

イタリアンライグラスにおいてもNFLとNALは検出された。メドウフェスクでは4,340～6,810ppmであり、メドウフェスクのほうがイタリアンライグラスより高い傾向が認められた。NFLとNALの濃度は、導入した *N. uncinatum* の菌株によって異なり、イタリアンライグラスの品種・系統によっても異なっていた。一方、家畜毒性物質であるエルゴバリンとロリトレムBを測定した結果、全ての組み合わせで検出されなかった。

第4章 エンドファイト導入イタリアンライグラスにおけるロリンアルカロイド類の動態

N. uncinatum の1系統「Eto8」を導入したイタリアンライグラス育成系統「JNIR-1」とメドウフェスクにおける耐虫性物質の *N*-ホルミルロリン (NFL) と *N*-アセチルロリン (NAL) の動態を検討した。エンドファイト「Eto8」を導入した「JNIR-1」とメドウフェスクにおける越冬前、越冬中、出穂始め、開花期の植物体および採種種子のNFLとNALの濃度を測定した。その結果、NFLとNALの濃度は、冬期に低く、開花期に増加した。また、出穂始め、開花期の植物体を穂、葉、茎、葉鞘、地際0～2cmの稈組織の部位に分けた場合のNFLとNALの濃度を測定した。その結果、NFLとNALの濃度は、穂で最も高かった (表2、図2)。

表2. *Neotyphodium uncinatum* の1系統「Eto8」を導入したイタリアンライグラス育成系統「JNIR-1」とメドウフェスクの越冬前、越冬中、越冬後、出穂始め、開花期および種子におけるロリンアルカロイド類の濃度¹⁾

草種	個体番号	越冬前 (2002.11) ²⁾	越冬中 (2003.2)	越冬後 (2003.4)	出穂始め (2003.5)	開花期 (2003.6)	種子
イタリアンライグラス	1	217	118	64	74	1466	4221
	2	62	85	nd ³⁾	nd	nt ⁴⁾	1119
	3	183	64	71	89	1495	6314
	4	242	104	nd	58	nt	2228
メドウフェスク ⁵⁾	MF ⁵⁾	179	153	137	1823	2474	6880

1) ロリンアルカロイド類の濃度; *N*-ホルミルロリンと *N*-アセチルロリン濃度の合計値を示す。

2) 括弧内は、採取年月日を示す。

4) nt; 供試材料がなかったため分析していない。

3) nd; 検出限界値 50ppm 以下。

5) 4個体から採取した材料を等量混合して分析した。

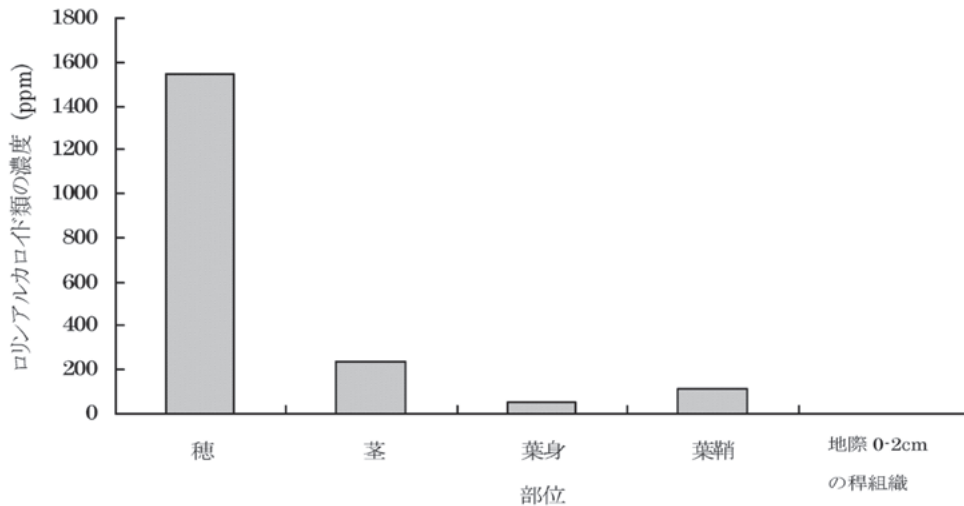


図2. *Neotyphodium uncinatum* の1系統を導入したイタリアンライグラス育成系統「JNIR-1」の開花期におけるロリンアルカロイド類の分布
ロリンアルカロイド類は*N*-ホルミルロリンと*N*-アセチルロリン濃度の合計値を示す。

第5章 エンドファイト導入イタリアンライグラス育成系統の耐虫性

N. uncinatum の1系統「Eto8」を導入したイタリアンライグラス育成系統「JNIR-1」における *Schizaphis jaroslavi* (アブラムシの1種)、ムギクビレアブラムシ、ムギヒゲナガアブラムシ、シバツトガ、ムギダニを用いた選好性による耐虫性の効果を検討した。その結果、エンドファイト「Eto8」を導入した当代植物については、エンドファイト感染イタリアンライグラスは、非感染のものに比較し、試験開始24時間以降の葉身上の *S. jaroslavi* の個体数が有意に少なかった。導入した次代植物については、エンドファイト感染イタリアンライグラスは、非感染のものに比較し、試験開始24時間以降の葉身上の *S. jaroslavi*、ムギクビレアブラムシ、シバツトガの個体数が有意に少なかった。ムギヒゲナガアブラムシ、ムギダニでは、エンドファイト感染葉と非感染葉の間に有意な差は認められなかった。

総合考察

ネオティフォディウム・エンドファイトとイネ科植物との間には宿主特異性があり、異種(属)植物への導入の可能性や導入後の安定性については不安があるため、実用化に向けたエンドファイトの異種(属)植物への導入は行われていなかった。本研究の結果、メドウフェスクから分離した *N. uncinatum* をもともと自然界では非宿主であるイタリアンライグラスに導入させることができ、導入個体の次代種子および植物体でエンドファイトの感染が認められたことから、*N. uncinatum* が他のイネ科牧草にも導入できる可能性が示唆された。さらに、導入個体の次代種子および植物体で耐虫活性物質のロリンアルカロイド類が検出され、各種の害虫に対

する耐虫性が認められることを明らかにした。これらの知見は、ネオティフォディウム・エンドファイトの利用性に新たな可能性を切り開いたと思われ、家畜毒性を示さないエンドファイト導入耐虫性イタリアンライグラスの作出に寄与するところが大きい。現在、予め交雑育種によって耐倒伏性が改良されたイタリアンライグラスへ、本研究で分離されたエンドファイト「Eto8」を感染させることにより、耐倒伏性と耐虫性を併せ持つ品種の育成が進行中である。

さらに、イタリアンライグラスは、牧草としての利用だけでなく、水田周辺の畦道や転作牧草地に利用されている。近年、水稲において斑点米の原因となるカメムシ類が全国的に多発となっている。カメムシ類は水田や水田周辺のイネ科植物の雑草等を棲みかとする。中でも、イタリアンライグラス(ペレニアルライグラスを含む)を主体とした転作牧草地はカメムシ類の重要な発生源となっており、斑点米対策としてカメムシ類の発生源であるイタリアンライグラスをなくすことや転作牧草地、雑草等の刈り取り管理を出穂・開花期前に徹底することが最も重要で効果的であるといわれている。芝ら(2004)は、本研究において作出したエンドファイト「Eto8」導入イタリアンライグラスでは、アカヒゲホソミドリカスミカメに対する耐虫性が向上し、その効果は、切片葉より穂に顕著であったと報告している。このようなイタリアンライグラスを水田周辺の畦地に利用することにより、徹底した刈り取り管理は不要になり、カメムシ類の発生を低レベルに抑制できる可能性があり、実用的に大きなメリットがあると考えられる。

環境コミュニケーションを支援するインターネット環境情報システムの分析手法に関する基礎的研究

木村 道徳
環境計画学専攻

1. はじめに

近年、環境コミュニケーションの促進において、インターネットが持つ情報共有や双方向性コミュニケーション、ネットワーク形成などの機能が有効であると考えられており、さらなる活用が期待されている。しかし、環境コミュニケーションの促進において、インターネットが果たしうる機能を分析した研究はほとんどなく、現状分析ツールの開発もおこなわれていない。このため、インターネットに要求される機能が明確になっておらず、より効率的な支援システムを構築するための基礎的な知見すら得られていないのが現状である。

そこで本研究は、インターネット環境情報システム（ITEIシステム）の環境コミュニケーション支援機能を分析するための手法と、それら分析手法の結果を用いて、分析から評価、システム改善までに至るプロセス全体の枠組の提案をおこなうことを目的とする。また、提案する分析手法を実際の事例に適用し、その有効性の部分的な検証を試みる。

2. 本論文の構成

本論文の章構成を図-1に示す。本論文は、全6章で構成されている。序論では、研究の背景と既往研究整理をおこない、本研究の目的・意義を述べる。第2章では、本研究の研究全体の枠組を提示する。第3章から5章では、上記研究の枠組に沿って、ITEIシステムを分析するための分析手法の提案をおこない、同手法を事例に適用することで有効性の

部分的な検証をおこなう。最後に第6章において、本研究の結論としてITEIシステムの分析によって得られた結果を、同システムの構築や改善にフィードバックさせるためのプロセス全体の枠組を提案し、本研究の課題をまとめる。

3. 本研究の全体枠組

まず、本研究における環境コミュニケーションとは、1) 環境情報共有段階、2) 対話・環境情報交換段階、3) ソーシャルネットワーク構築段階の3段階で構成され、各段階が互いに関連しあいながら同時進行的に進行するプロセスと定義する。

また、環境コミュニケーションの各段階において、ITEIシステムに求められる支援機能を図-2にまとめる。まず、環境情報共有段階においては、各主体が自由に情報を発信し、獲得することのできる環境情報共有の場が求められる。次に、対話・環境情報交換段階では、主体間の相互理解を深め信頼関係を築くために、双方向的に環境情報を交換することのできる公共圏的な場が求められる。最後のソーシャルネットワーク構築段階においては、各主体が交流あるいは協働して環境配慮行動や環境保全活動を実践する場が求められる。

本研究は基本的に、上記の環境コミュニケーションの各段階を支援するITEIシステムを分析するための5つの分析手法の提案と、それらの分析結果をシステムの評価や構築および改善にフィードバックするためのプロセス全体の枠組の提案をおこなう。

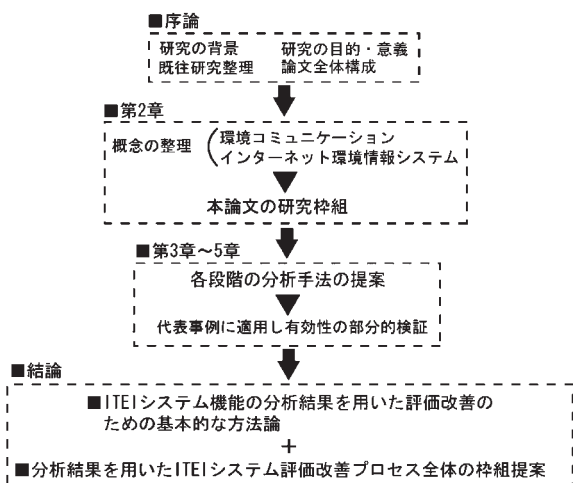


図-1 本論文の全体構成

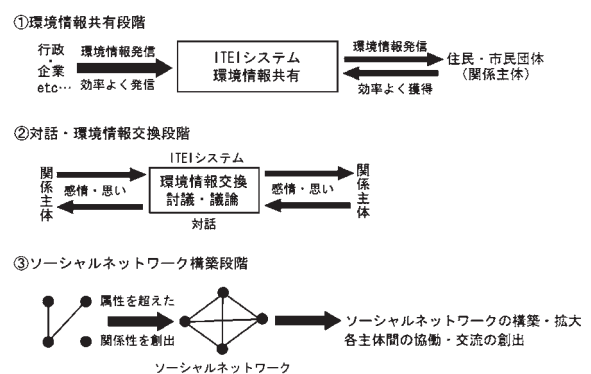


図-2 ITEIシステムによる環境コミュニケーション支援機能

4. 環境情報共有段階における情報ネットワーク分析手法の提案

まず、ITEI サイトの環境情報共有段階を支援する機能の効率性を評価するための「情報ネットワーク分析手法」を提案する。ITEI サイトにおいて環境情報は、ページとリンクによって構成されるネットワーク構造を持つ。このようなネットワーク構造を分析する数学手法としてネットワーク分析がある。同分析手法を援用すれば情報ネットワークは、各ページを行と列の見出しとするマトリックスにおいて、リンクが張られているページ間に対応するセルには1を入力し、リンクの無いページ間に0を入力することで、その構造を表現することができる。

上記のマトリックスにネットワーク分析を適用し、インターネット上の環境情報ネットワークの構造を分析するのが情報ネットワーク分析手法である。

提案した同手法の有効性を検証するために、ITEI サイトの中でも特に先駆的な事例である Pollutant Release and Transfer Register (PRTR) サイト（7事例）に同手法を適用し、各サイト内とサイト間によって形成される PRTR 環境情報ネッ

トワークの構造を分析する事例適用研究をおこなった。

その結果、まず、図-3に示すネットワークグラフを作成することで、PRTR サイトは、いずれも階層構造を基本として、階層間を結びつけるリンクが追加された構造であることがわかった。また、各国7つの PRTR サイトにより、1つの環境情報ネットワークが形成されていることなどもわかった。さらに、ネットワーク分析を用いて各種指標を算出することで、アクセス性を示すネットワークサイズには適正値が存在する可能性があることなどがわかった。

上記の事例適用研究により、提案分析手法の有効性を部分的ではあるが示せたものと考えられる。

5. 環境情報共有段階における利用状況分析手法の提案

次に、ITEI サイトの利用状況を分析する手法として、「利用状況分析手法」と「運営管理方法分析手法」の提案をおこなう。利用状況分析手法は、1) アクセスログ解析に、2) コンテンツ変遷調査を組み合わせたものである。また、サイト更新がどのよ

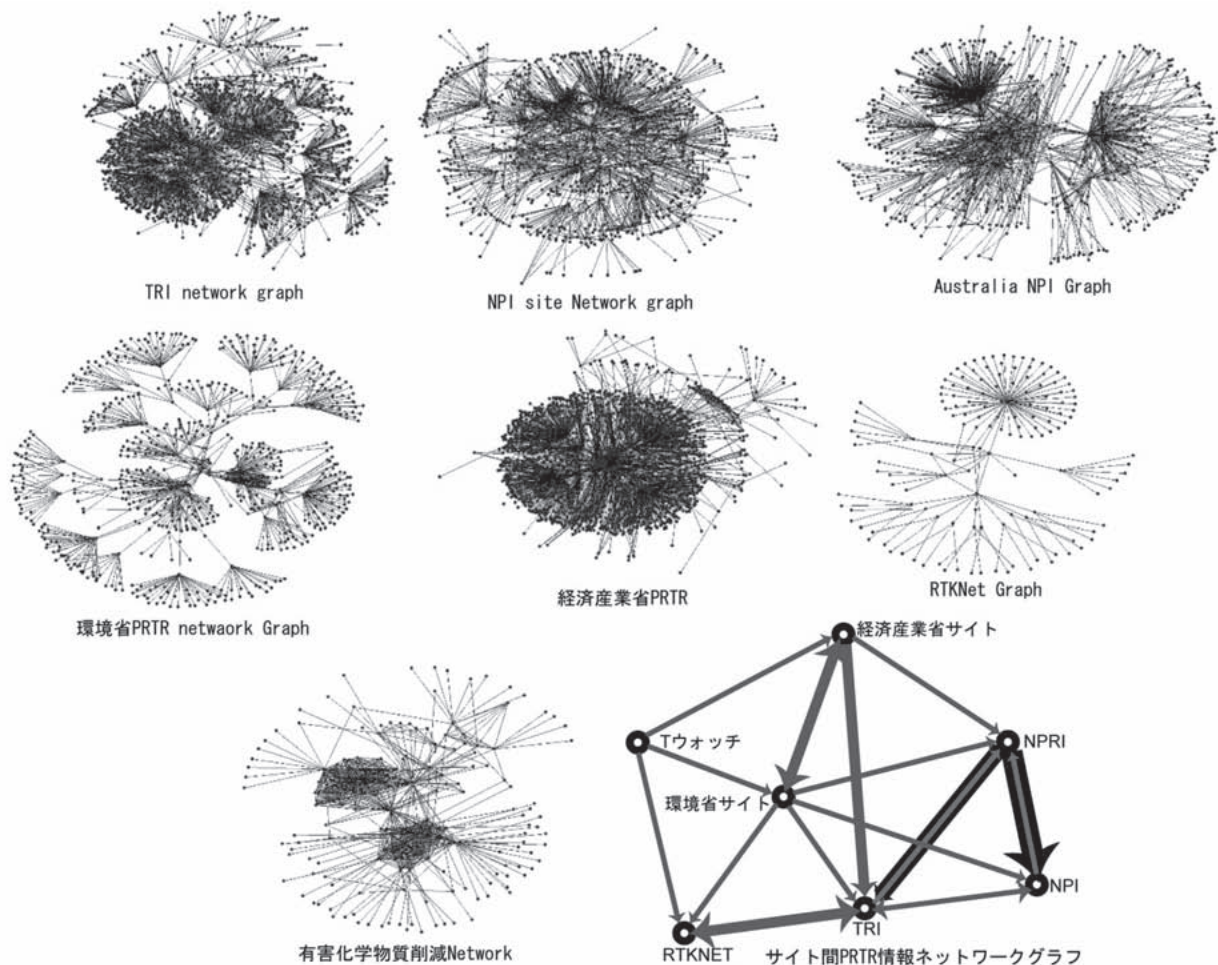
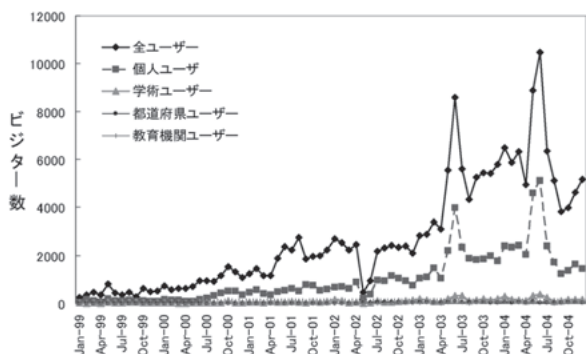


図-3 PRTR サイトネットワークグラフ



図－4 豊穰の郷サイトビジター数変遷

うな運営管理方針に基づいていたのかを把握するために、ヒアリング調査を主とする運営管理方法分析手法を運営管理者に対しておこなう。これら調査の結果を総合的に考察することで、ITEIサイトの利用状況の把握をおこなうことができる。

上記で提案した同手法の有効性を検証するために、NPO 法人びわこ豊穰の郷（以下、豊穰の郷）が運営管理する ITEI サイトを調査対象とし、利用状況を分析する事例適用研究をおこなった。

その結果、まず図－4に示す Web サイトの利用状況を表すビジター数により、個人ユーザーを中心にビジター数が年々増加傾向にあることがわかった。また、ユーザープロフィール別アクセス先ページ集計から、個人ユーザーは交流・活動情報とイベント関連情報に、学術ユーザーはデータ・知識情報に対する関心が高いことなどを把握することができた。

一方の運営管理方法分析手法からは、豊穰の郷サイトでは、運営管理方針が特に定められておらず、重要と考えられるコンテンツへの誘導が低調となっている可能性があることなどもわかった。

上記のような知見を得ることができたことから、事例適用研究により利用状況分析手法と運営管理方法分析手法の有効性を部分的ではあるが示せたものと考えられる。

6. ソーシャルネットワーク構築段階における

利用者ネットワーク分析手法の提案

最後に、ソーシャルネットワーク構築段階を支援する ITEI システムの分析手法の提案をおこなう。ソーシャルネットワーク構築段階を支援する ITEI システムの現状の分析は主に「利用者ネットワーク分析手法」と「協働・交流把握分析手法」を組み合わせることで可能となる。

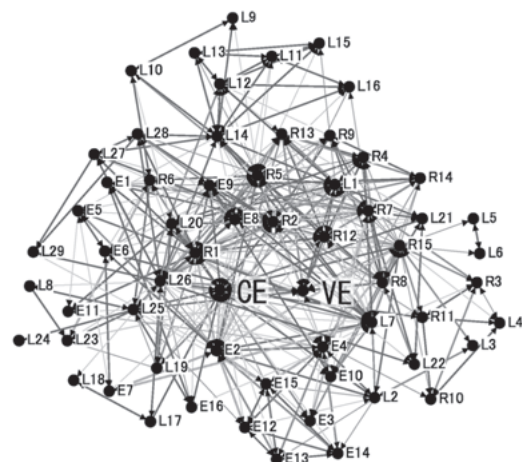
このうち利用者ネットワーク分析は、ITEI システム利用者による利用者ネットワークを行列（ソシ

オマトリックス）で把握し、社会ネットワーク分析手法を援用し、構造と変化を分析するものである。次に、協働・交流把握分析手法とは、利用者の ITEI システム利用（参加）の動機や経緯、利用前後の協働や交流および活動の変化などを明らかにするものである。

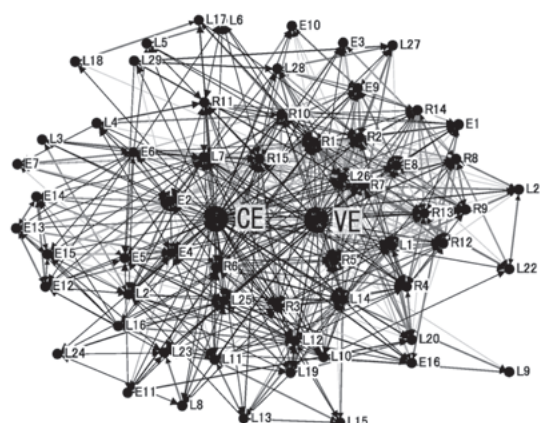
上記の提案分析手法の有効性を検証するために、びわこ市民研究所（市民研）の ITEI システム利用者ネットワークを対象に事例適用研究をおこなった。

分析の結果、まず回答者（利用者）ネットワーク構造を図－5と6に示すソシオグラムとして可視化することができた。ノードに付けられたラベルは、回答者の属性（R：研究所員、L 研究室員、E エコびと）を表す。ただし、市民研の編集長と副編集長には、それぞれ CE と VE とラベリングした。

ソシオグラムによる可視化の結果、市民研参加前においてもある程度ネットワークが形成されており、参加後は関係性が増加していることがわかった。また、社会ネットワーク分析の中心性指標の算出から、積極的に運営や活動に携わっていた構成員（例えば CE、VE）の拡大が特に顕著であることがわかつ



図－5 市民研参加前ソシオグラム



図－6 市民研参加後ソシオグラム

さらに、クリーク特定の結果からは、市民研ネットワークの拡大は、運営メンバーが中心に仲介となり、他構成員間を結び付けていく内部拡大であることが示唆された。

協働・交流把握分析の結果からは、市民研参加によって高密度化した利用者ネットワークに対応するように、新たな交流が促され、事例数は少ないものの協働が生まれていたことなどがわかった。

上記のような知見を得ることができたことから、事例適用研究により利用者ネットワーク分析手法と協働・交流把握分析手法の有効性を部分的ではあるが示せたものと考えられる。

7. 結論

最後に、本研究の結論として ITEI システムを評価し改善するためのプロセス全体の枠組の提案をおこなう。

まず、ITEI システムを最適化するためには、絶えずシステムを改善、ユーザーニーズなどに合わせて最適化していくリデザインプロセスが必要であると考えられる。本研究では、ITEI システムの評価および改善方法として、リデザインプロセスに基づき、環境コミュニケーションの各段階を支援する ITEI システムに共通した基本的な、システム評価と構築および改善のためのプロセス全体の枠組を図-7のように提案する。

図-7に示すように、ITEI システムの評価改善プロセス全体の枠組においては、改善の対象となる個別事例（ターゲットシステム）を含む同様の目的および機能を持つ複数事例（システム）と、ターゲットシステムそのものの時系列事例（過去から現在までの変遷）が調査分析（評価）の対象となる。

次にそれら対象事例に対して、各種分析手法と運営管理方法分析手法を適用し、複数事例間では現状の比較を、個別事例（ターゲットシステム）については時系列間の比較をおこなう。

複数事例間の比較によって、標準的および優良な ITEI サイトを特定、また、特定された優良事例から優良な運営管理方法を抽出する。抽出された標準的および優良 ITEI サイト、優良運営管理方法から ITEI サイトモデルと運営管理手法モデルを構築する。（これらを統合したものを本研究では ITEI システムモデルと呼ぶ。）これら ITEI システムモデルは新規の ITEI システムを構築し、運用を開始する際の参考となるものである。

一方、個別事例（ターゲットシステム）の時系列間比較の目的は、比較によってターゲットシステムの変遷を把握することである。

次に、この把握できたシステムの変遷を同システムの運営管理方針と照らし合わせて、システムの運用が良好におこなわれているか、あるいは横這い、悪化の傾向にないか、をまず相対的に判断する。ここで、運用状況が横這いまたは悪化傾向にあると判断された場合は、上記の複数事例間比較で求めた ITEI システムモデルとターゲットシステムを比較し、絶対評価として、ターゲットシステムの運用状況が良好であるか（改善の必要なし）、不良であるか（改善の必要あり）を判断する。しかし、改善の必要があると判断された場合は、ITEI システムモデルとの差異から、ターゲットシステムに必要なサイトと運営管理方法の改善点を明らかにし、同改善を施し、システムの運用を再開する。

一方、上記の評価・改善プロセスは、個別事例の時系列間比較に関しては、当然、同事例システムの運営管理主体が実施すべきものであるが、複数事例間の比較まで、単独システムの運営管理主体が実施することは調査にかかる時間や労力の面から現実的ではなく、また、同じことを別々の運営管理主体が重複して実施することは無駄である。そもそも複数事例間の比較から得られる ITEI システムモデルは類似システム間で広く共有されるべき情報である。

このことから、これら事例間比較に必要となる各種分析指標や運営管理方法については、それぞれの管理運営主体が自らのシステムについて分析し、同情報を他のコンテンツとともに公開、他の管理運営主体を共有することを提案する。これによって、個別システムの評価・改善が容易になるとともに、インターネット上の環境情報システム全体の改善や発展につながるものと考えられる。

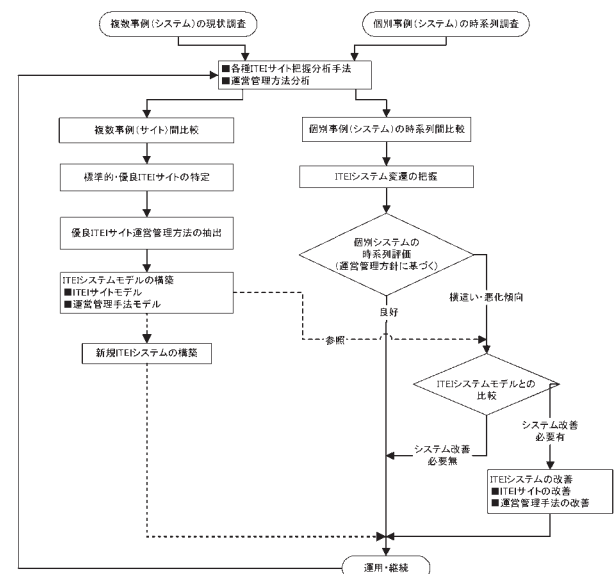


図-7 ITEI システム評価・改善のプロセス全体の枠組

日本植民地期における韓国・鉄道町の形成とその変容に関する研究

趙 聖民

環境計画学専攻

序 章

●研究の背景と目的

本研究は、日本の植民地期に韓国の各地に日本人によって造られた鉄道町を対象とし、その建設過程を明らかにし、居住空間（特に日式住宅）の変容に焦点を当て日本の居住文化と韓国居住文化の差異について分析することを目的としている。

日本人によって造られた鉄道町は、従来の韓国の村や町とは異なる発展過程を持ち異なる街区構造を持っている。また、現在の町は建設当時の街区構造や道路体系をほぼそのまま維持しており、鉄道官舎と駅前商店街を中心に当時の日式住宅が数多く残されている。このように韓国の中で形成された「日本人居住地」あるいは「日本の居住文化」がどのようなものであったか、そして解放以後、「韓国人居住地」になったかつての「日本人居住地」や日式住宅が韓国人の生活の中でどのように変化してきたか、その居住空間の変容プロセスを明らかにするのが大きなテーマとなる。

第1章 韓半島における鉄道の敷設と鉄道町の形成

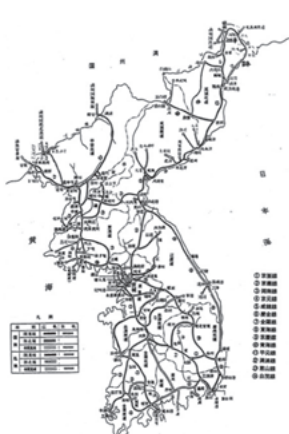


図1-2 韓半島における鉄道敷設

1-1 韓半島における建築・都市の近代化

韓国における都市と建築の近代化は、韓半島の開港と共に始まったと言っても過言ではない。

しかし、主要都市あるいは港湾地域に限られて設置された居留地（組界地）のみでは、韓半島全域に影響を与えることはなかった。広域な範囲で近代都市・建築の理念が

導入されたのは、韓半島全域を線路で結んでいる鉄道とその駅の周辺に形成された鉄道町を通じてであると考えられる。その鉄道町には、韓国従来の街区構造ではなく、直線型の近代化された新たな町が整備された。こうした鉄道町の中心地には、主に日本人居住地が形成され、日本人が建てた建物が街並みを形成した。

それ故、韓国人がもっとも多く身近なところで影

響を受けた近代期の都市や建築は、日本人によって造られた鉄道町の街区と日式建築であると言っても過言ではない。すなわち、開港期に居留地（租界地）として造られた都市構造や西洋建築は、韓国人にとって初の異文化との接触経験となり、全国的に広く形成された鉄道町での日式住宅や街並みは韓国人の都市・建築的な理念の変化にもっとも大きな影響を与えた。韓国の居住空間の変容について考察するためには、鉄道町に建てられた日式住宅に関する考察は不可欠なものであると考えられる。

1-2 鉄道の敷設と鉄道町の形成

韓半島における鉄道の敷設は1899年9月18日のソウル・仁川間の京仁線の開通によって始まり、植民地の解放である1945年まで続いた。

1-3 韓半島における鉄道町

鉄道敷設と共に韓半島の各地に建設された鉄道町は、立地条件による分類と街区構造による分類で大きく二つに分けられる。

立地条件による分類では、港湾型・内陸型の二つに分けられる。

また、これらの鉄道町は、既存集落との位置関係によって、既存集落混合型・既存集落隣接型・開拓型の三つのタイプに分けられ、さらに、線路・既存集落・新町との位置関係によって三つのタイプに分けられる。

立地条件は、軍事・物流・政治・日本との連絡など鉄道町の建設目的に大きく影響を与えている。特に、鉄道町の建設目的は、邑城・海岸・川・山などの位置と深い関係性を持っていると考えられる。また、線路、新町、そして既存集落の位置関係によってもその発展の仕方は大きく変わっている。

街区構造は、線型・枝型・格子型・放射型・T型の五つに分けられる。

①線型：線路の軸と同じ方向の主道路が駅広場の前面に位置し、主道路に対して不規則な道路が街路網を形成している。

②枝型：線路の軸とは関係なく枝の形の主道路を持っている。その主道路と共に不規則な道路が街

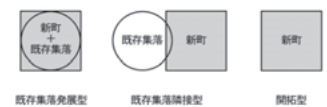


図1-3 立地条件による分類



図1-4 位置関係による分類

路網を形成している。漁村地域に多い。

- ③格子型：駅の軸と同じ方向に主道路があり、それを基本として格子状の街路網を形成している。
- ④放射型：駅と駅広場を原点として放射状の主道路があり、主道路に従って格子状の道路が街路網を形成している。
- ⑤T字型：駅と同じ方向の主道路と垂直の主道路がある形態で主道路が明確にT字型に形成され

ている。

1-4 鉄道官舎の建設

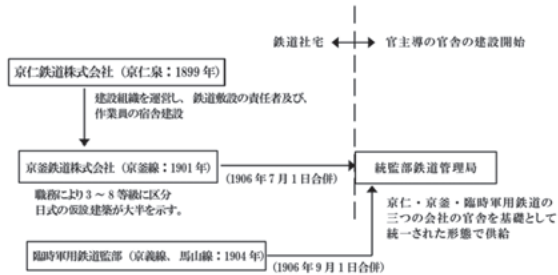
韓半島に建設された鉄道官舎は、主に朝鮮総督府鉄道局の標準設計図によって建てられたもので、時期・地域によって若干の差がみられるが、基本的な基準があり、それによって各地域で多少変更された形態の官舎が建てられている。

一戸建て型は、3等級官舎や4等級官舎、そして5等級官舎一部で高位職員の住居となっており、西洋風の組石造である。そして最も多く建設された二個一式型が採用されたのは、木造の骨組みで土壁の外側に石灰塗り、又は、板張りで屋根にセメント瓦が使われた日式住宅の6等級、7等級甲、7等級乙、8等級官舎である。

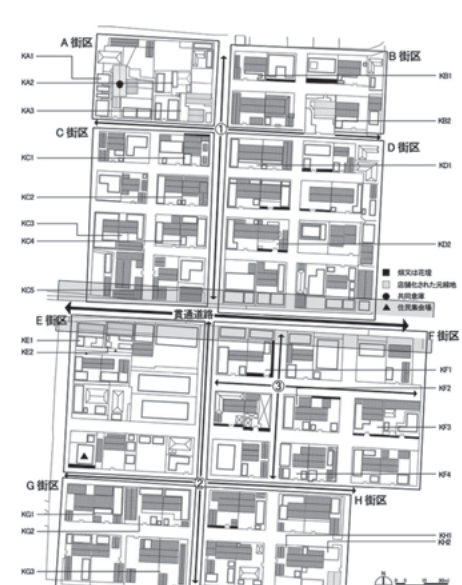
1-5 各等級別鉄道官舎の特徴

韓半島における鉄道官舎は、統監部鉄道局の局長官舎を除き、職務及び職級によって3等級から8等

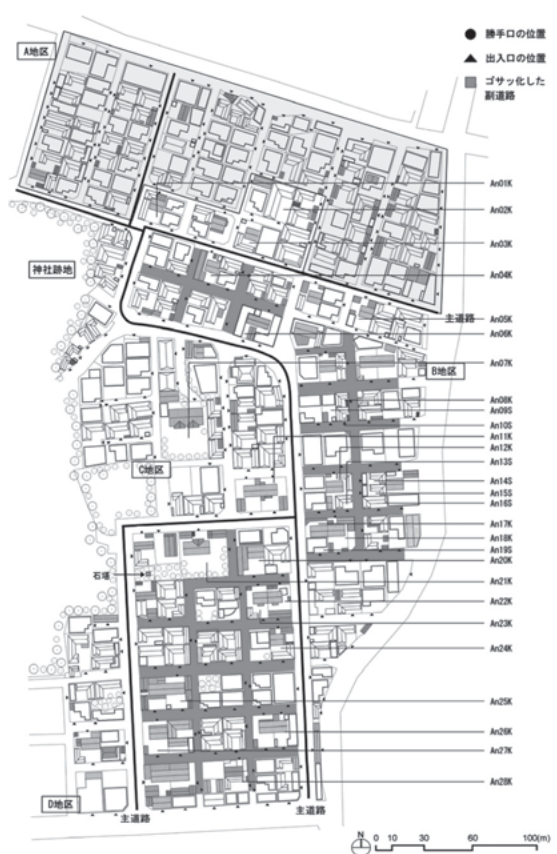
表1-2 鉄道官舎の供給方式と関連組織



三浪津鉄道官舎地区の配置



慶州鉄道官舎の配置



安東鉄道官舎の配置

級の6等級に分けられており、各等級によって面積や平面構成が異なっている。

- (1) 3等級官舎：3級官舎は勅任や奏任が居住する独立型の住宅である。平面は、玄関から繋がる中廊下によって右側の接客空間と左側の居住空間に分けられている。接客空間には、応接室と書斎があり、“コの字”の中廊下を採用して日当たりや通風の問題を解決している。
- (2) 4等級官舎：奏任級の事務所長の官舎である。建築面積45坪、敷地面積300坪で“コの字”の中廊下を採用している。
- (3) 5等級官舎：奏任官の官舎で、課長級の独立官舎であるが、二戸一式のタイプもある。
- (4) 6等級官舎：所属長や駅長の官舎で、25坪と21坪、二種類の面積を持つ、二戸一式型の官舎であるが、一戸建ての独立型もある。
- (5) 7等級官舎：主任、福駅長、線路長の官舎で、二戸一式型で7等級甲と7等級乙の二つに分けられている。
- (6) 8等級官舎：中・下級職員である雇員及び庸人の官舎である。鉄道職員の大半を占めている中・下級の職員のための8等級官舎は、7等級官舎と共に最も多く建てられている。

1-5-2 地域別の平面構成の特徴

韓半島に建設された鉄道官舎は、北部地方に一部オンドルの設備や壁の工夫などが見られ、地域の環境に適合するような計画がみられるが、内部空間においては、標準化された平面が採用されていて、積極的な環境に適合するような計画は見られない。

1933年以降、鉄道官舎の施設が統一されると、集団官舎には共同銭湯、集会場、配給所などが設置され、比較的寒い北部地方にはオンドル部屋が設けられるなど、居住者の便宜を配慮していた。

標準設計図による鉄道官舎は、韓半島全域での鉄道敷設と共に広く建設され、洋式住宅と共に従来の住宅とは異なる住宅の形式が普及する契機となり、地域性が失われ標準化された住宅が建てられた。

三浪津の鉄道町（第2章）、慶州の鉄道町（第3章）、安東の鉄道町（第4章）鉄道官舎の変容

三浪津・慶州・安東の鉄道官舎は、建設当時、全ての出入口や玄関が北側に面しており、南側に庭が置かれていた。また、格子状の道路に囲まれ変更が難しくなっている。

●出入口の変化

韓国の伝統的住居においては基本的に南入口を重視している。すなわち、寒い冬場に北側からの厳しい風を遮断するため、また、敷地と面している畑な

どに繋げる勝手口の利用のため、さらに、法事の時先祖の霊が通る死者の通路と認識されているため北側を除いた方向に出入口を設けるのが一般的である。

1970年代初期に行われた払下げ

以後、官舎34戸の内、立地的な理由で変更を行ってない少数の官舎を除いた29戸が出入口の位置を変更している。

出入口の位置の変化は、内部空間の動線を変化させ、住居の内外部空間の機能変化に繋る。その中で最も目立つのが庭のマダンへの転用である。北出入口の位置の変化により庭として使われていた空間がマダンへと転化し、それにより居住空間の動線に大きな変化が起き、その結果、内部空間の構成や機能変更にも影響を与えている。

●庭のマダンへの転用

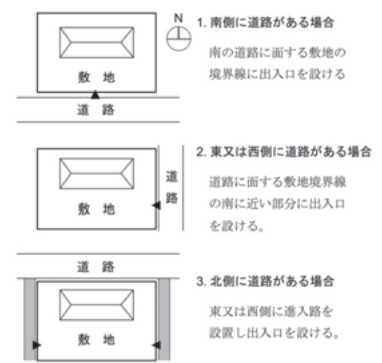
“マダン”は、韓国の伝統的民家においては、動線の溜まり場、作業場、葬式、祝賀会などの儀礼に使われる多目的な外部空間として最も重要な役割を果たしてきた。特に、外部道路から始まる進入動線を各室に分散させる動線をコントロールする機能を持つ空間である。

マダンへの転用により官舎本棟の南中央部に玄関やリビングが設けられ、道路-玄関-廊下-各室/庭から道路-大門-マダン-リビング-各室へと動線の変化が起きている。

鉄道官舎地区では、出入口の位置変更と庭のマダンへの転用が居住空間変容の最も大きな変化となっている。その特徴は、①台所の居住棟北側への移動が多い。②便所は室内から室外と変わった後、上下水道が完備された後再び室内に入ったものが多い。③南北道路に面して別棟が増築される。④本棟の南側にリビング空間、北側に収納空間の拡張パターンが多い。

●リビング（コシル）の出現

マダンは主に敷地に南側の庭が転用されているが、使い方によって敷地の北側にディツマダン、東西の道路側にも小さいマダンが設けられた場合もある。主にディツマダンと東西の道路側にも小さいマダンはジャントツテなどの台所関係の物置が多いため台所と隣接している場合が多い。こうしたディツマダンと東西の道路側にも小さいマダンを利用して



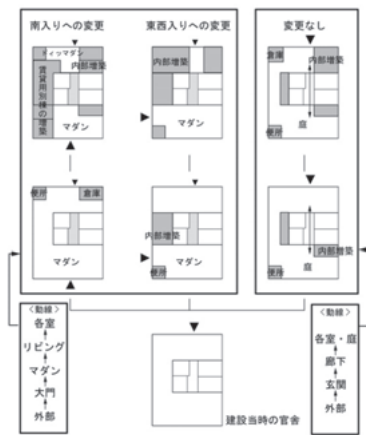
韓国居住空間の配置の仕組み

いる。

リビングは廊下を改造し、居住棟の中央部南側に設けられている。マダンから入った動線はリビングに繋がり、リビングから各室へ繋がる動線となる。ソファが置いている立式リビングもあるが大半は座敷リビングである。特に、夏の暑い時に家族が食事する場合は風通りがいいリビングを使うところが多い。以上のような使い型は、半内部空間である韓国の大庁マルが内部化したものであるともいえる。こうしたマダンとリビングは、動線の集結・分散の起点となり、多機能を持つ居住空間の内外部として各室を連結する役割を果たしている。

●増改築

増築は、出入口の変更があった場合に最も激しく起き、その中でも南側に大門を設けた場合に賃貸用の別棟が新築されるなど変化の程度が大きくなっている。増築の特徴は、前述したように、斜面を削り、石垣を築いて造成した道路と敷地の間に様々な段差があるため、合筆による敷地の拡張が非常に難しい。官舎1棟につき所有者が異なり、2戸の住宅が棟を共有しているため片方だけの撤去が非常に難しく、増改築は内部改造と機能の追加に伴う内部空間の拡張という建築行為が中心となっている。その増築の様子は、マダンとリビングが動線の主な役割を分担した上で各室に連絡している。



増築パターンの分類

増築は、北側に台所、便所、室内倉庫（家電製品、食器、法事用品などの小型のもの）、ジャンドッデホッカンなど、南側に賃貸棟、倉庫（農機具などの大型のもの）が付加されるのが一般的である。そして隣地境界線側より道路と面している外側への東西部に増築が多く行われている。

●内部空間の変化

前述したように、鉄道官舎では二戸一型で二つの住宅が構造体を共有しているため全体の改造は難しい、一般的に用途や位置の変化による変容が数多く見られる。中でも便所と台所の位置の変化が数多く見られる。また、1940年代の村岡式、川上式、大野式の床暖房導入によって一部の畳部屋が無くなるなど、床の形式が変化している。さらに1970年代

の床暖房形式の変化によりボイラー室が追加される。主屋における部屋の増築は、一室追加されるなど住戸面積の小さい8等級官舎で見られる。その他、別棟を建てることで不足の部屋をすること追加が一般的に見られる。面積に関わらず主屋の南側に位置している部屋は韓国の夫婦部屋であるアンバン又はクンバンと呼ばれるようになっている。

居住者へのヒヤリング調査によると“収納空間が多い。襖を取り外すと部屋が広く使えるため生活しやすい。”、“窓が多いため冬は寒いが、夏は換気性がよくて涼しくて湿気も溜まらない。”、という評価が多く、構造体、襖、押入などの構成は変化させず使用している。計画の段階から換気と通気を綿密に考慮して建設された鉄道官舎は、多湿地域である三浪津邑の気候条件に適切であったと判断される。

第5章 日式住宅の変容

●韓半島の気候への対応

日本人の入植と共に韓半島の各地で建てられた日式住宅は、韓国特有の環境に適応するため様々な変化を起こしている。その中でもっとも注目すべきものは改良オンドルの開発と保湿・断熱のために開発された壁体である。

●改良オンドルの導入

オンドル式の床暖房システムが再認識されたのは1920年半ばである。韓半島の環境に合わせた新たな床暖房システムとして改良オンドルが開発されるのである。オンドルは、寒冷乾燥な韓国の冬の室内保温に適した床暖房システムであり、畳を利用する日式住宅にオンドルを取り入れるため改良オンドルの開発が考えられるのである。改良オンドルでは、村岡式、川上式、大野式の三種類が開発され、公共住宅を中心に採用された。

●壁体の改良

鉄道官舎を含む数多くの日式住宅の韓半島への導入のために、床暖房のオンドルに関する工夫以外にも様々な研究が行われていた。その中でも重要なものの一つに、韓半島の環境に適応するために考案された断熱・防風の壁の研究がある。

建物内部の熱が周囲の壁から流出しないようにすること、断熱性能を上げることは、建物の所有者にとっては重大な経済問題である。特に冬の朝鮮半島の気候は、中国大陸からの北風が強く、日本と比べ低温で、湿気が少ない。在来の日本式の壁構造では寒く、風が吹き込むのが大きな問題となった。室内熱消失の問題を解決するために様々な実験研究が行われ、官舎など公共住宅などの建物に適応されるようになる。

こうした改良オンドルと壁に関する一連の実験は、韓国に環境に適応するため行われ、日式住宅を大きく変える重要な要因となったと評価される。改良オンドルは、ブオック（台所）又は屋外に設けられたブトゥマック（火口）をなくし、土間であったブオック（台所）が室内化する要因となった。また、実験壁第10・11・12・13号は、木造建築がほとんど建てられなくなった現在韓国の住宅のレンガ造・ブロック造などの積層構造に大きな影響を与えたものである。

5-2 居住空間の変容

日本の植民地期以来約60年間、韓国における日式住宅がどのような変化の過程を踏まえて今日に至っており、その変化の過程でどのような空間的な特徴や形態的な特徴が見られるかについて考察を行った。また、日式住宅の空間的・形態的な特徴が韓国の一般住宅とどのような側面で異なっており、韓国住宅の近代化にとってどのような役割を果たしてきたかを考察した。すなわち、韓国の居住空間の近代化に大きな影響を与えてきたと考えられる日式住宅と今日の韓国住宅がどのような関係性を持っているかを実証的に明らかにしてきた。

韓国住宅の近代化の起源を西洋の影響と見る見方に対して、外来住宅の内、韓半島に最も多く建てられた日式住宅に焦点を当てるのが本論文である。前章までに、日式住宅と現在の韓国一般住宅の関係を三浪津、慶州、安東の旧鉄道官舎の実測調査を基に分析した。

本研究では最も定型的な標準プランを持っている鉄道官舎の内、三浪津、慶州、安東の旧鉄道官舎を分析の対象とし、日式住宅が韓国住宅に影響を与えた要素と与えられなかった要素に分けて考察する。

こうした建設当時の設備的な面での変化以外に、鉄道官舎のような日式住宅には、その住宅形式が持つ諸空間要素のうち、韓国の居住空間に「影響を与えた要素」と「影響を与えなかった要素」とがある。

「影響を与えた要素」としては、玄関、トイレ、浴室、台所、押入、続き間などがある。トイレ、台所は従来から韓国の住宅にもあった空間要素であるが、その位置あるいは形態を変えた要素である。玄関とトイレは独立した空間として新たに採用された空間要素である。特に、押入と続き間は、日式住宅の特有な空間要素で韓国人にとっては日式住宅への接触によって初めて経験した空間である。押入は部屋の収納空間の変化に大きく影響を与え、コバン（庫房）がなくなって、コバン（庫房）に収納した衣類・蒲団類を部屋の中のジャンロンという大きな家具に収納することになった。続き間は、ゴシルとアンバン

の関係性に大きく影響した。法事など家庭の行事がある時には、襖が原型となった扉を取り外し、広い空間を作っている。押入と続き間のような空間は、従来韓国の居住空間では見えなかった要素であり、近代以降日式住宅の導入と共に韓国の居住空間が大きく変わる要因となったと言っても過言ではない。

「影響を与えなかった要素」としては、出入口の位置、マダン、ゴシル（マル）、部屋の配置、ゴサツなどがある。これらの影響を与えなかった要素は、韓国の住宅と風水思想に深く関係している。マダンは南側を優先すること、陰の空間である主屋と陽の空間であるマダンの位置関係が定着している韓国の居住空間にはほとんど影響を与えなかった。そして、デチョンマルの代わりに登場したゴシルは、完全に室内化されたため就寝以外の家族生活の大半はゴシルで行われるなどその役割や機能性が高まった要素である。また、外部空間であるゴサツというコミュニティ空間は、韓国人の生活習慣上、近所との付き合いのため不可欠な空間要素で認識された。鉄道官舎地区が持つ格子型の街路でも無理やりにゴサツを造っていることが見られる。これらの影響を与えなかった要素は、鉄道官舎が持つ空間要素の内、出入口の位置、庭、中廊下、副道路など、空間構成にほとんど影響を与えず、韓国式の空間要素に入れ替えられたため、鉄道官舎の空間構成が大きく変わる要因となった。

以上のように、韓国の一般住宅は、日式住宅の一つである鉄道官舎の外形や空間性を部分的に取得し、受け入れているが、機能的な側面が強調された空間要素はほとんど定着せず韓国固有の空間に入れ替わっている。二つの住文化が接触する場合に、何が受け入れられ何が維持されるのか、日式住宅の変容は極めて興味深い事例である。

■結 章

以上のことをまとめると次のようである。

1. 鉄道町は、韓国における従来の集落に近代的都市施設と街路構造をもたらし、都市の近代化に大きな影響を与えた。その結果、韓半島各地に近代都市が形成された。
2. 鉄道町における街路体系は、各都市の地形によって様々な体系をしているが、鉄道線路の沿う道路と居住地区を構成している格子型の道路が基本となる。
3. 韓国人の入居によって日式住宅は、出入口の位置変更・庭のマダンへの転用・リビングの出現・台所とトイレの位置変更などの内部空間と、「ゴサツ」と「トゥバツ」という外部空間の変

化を起こしている。

4. 鉄道町に建てられた日式住宅の空間構成は、植民地の解放以降、韓国人によって改変されたが、現在も韓国の住文化に影響を与えた日式住宅の空間要素や日式住宅に導入された韓国伝統住文化を見ることが出来る。

韓国における主要地方都市の骨格は、鉄道町で起源しており、鉄道町に建てられた日式住宅が韓国の生活様式を大きく変える大きな要因となったことが明らかになった。以上のように本論文は、日韓両国の都市・建築の空間性とその関係性を解明する重要な研究であると考えられる。