全国の農業水利施設周辺における外来植物の 分布に影響する要因の解析

Analysis of factors affecting distribution patterns of alien plants around irrigation and drainage facilities in Japan

徳岡 良則* 楠本 良延* 山本 勝利*

Yoshinori TOKUOKA* Yoshinobu KUSUMOTO* Shori YAMAMOTO*

(*農業環境技術研究所)

(*National Institute for Agro-Environmental Sciences)

I はじめに

近年全国各地で外来植物の侵入・蔓延に伴い、在来種との競合、近縁在来種との雑種形成による遺伝的汚染、人体への健康被害、農地や農業水利施設での繁茂による管理コストの増加など様々な問題が顕在化している。農業水利施設の改修や新設に伴う外来種の侵入リスクの予測と防除など、農村において適切な外来植物の対策や管理を実施していくためには、広域における外来植物の分布に影響する要因の把握が必要となる。しかし広範囲にわたる外来植物の分布に関するデータの取得は困難であることから、日本国内において、全国規模で外来植物の分布に影響する要因を解明する研究は十分に行われていない。

一般に植物の分布に影響する要因として光、水、温度、土壌の栄養状態等について検討が必要とされている¹⁾。またある立地の周辺環境が人為的に攪乱されることで、

外来種と在来種の間形成された雑種がより多く定着するなど、植物の分布と生育地周辺の景観構造の関係性も指摘されている²⁾。このため外来植物の分布に影響する要因については、生育地の気候的条件や、生育地周辺の景観構造の相対的な影響力の違いを把握する必要があると考えられる。

そこで本研究では、植物群落への外来種の侵入程度および高頻度で出現した外来植物種と各種環境条件との関係性に着目し、全国規模で農業水利施設周辺における外来植物の分布に影響する要因について解析した。解析結果を踏まえ、農業水利施設周辺における外来種対策の留意点および今後の研究の課題について考察した。

II 解析方法

1 解析データの性質

1) 植物相データ

植物相データは、農業農村環境情報整備調査³⁾の平成14年から17年のデータを用いた。本事業は、環境との調和に配慮した国営土地改良事業計画作成のための調査の効率化と質的向上を図ることを目的としている。本事業の生物調査は、水路、ため池、ダム等の農業水利施設内の水面や施設脇の法面、周辺の水田、畑地、森林を対象に行われた。植物調査では、農業水利施設周辺を踏査した範囲内に出現した植物種が記録された。

本データは全国でほぼ同時期に収集されたものであるが、調査方法やデータ精度にばらつきが認められ、各地のデータを単純に統合して解析に供することができない。このため以下に示す問題について地点毎にデータを精査し、比較検討が可能と思われるデータを抽出、加工した。

表1 農業農村環境情報整備調査のうち本研究に用いた288地点の地域分布

地方	地点数	地域名 (地点数)
北海道	25	石狩川(7) 渡島・檜山(9) 網走(9)
東北	35	阿武隈川(13) 最上川(4) 北上川(9) 北陸(2) 雄物川・米代川(7)
関東	53	鬼怒川・思川(13) 大井川(17) 天竜川(21) 利根川・荒川(2) 伊勢平野(8) 豊川(7)
東海	27	木曽川(6) 矢作川(6)
北陸	31	西蒲原(1) 石川(30)
近畿	29	加古川(12) 紀ノ川(17)
中国四国	86	香川(37) 山陽(22) 徳島(27)
九州	2	筑後川(2)
計288		

表2 相関分析および出現確率のモデル化に用いた変数間の相関関係

変数	温度・日 射・積雪 の傾度 ¹⁾	年間 降水量	起伏量	田面積率	その他 農用地 面積率	森林 面積率	建物・ 交通地 面積率	水域 面積率 ²⁾
温度・日射・積雪の傾度	1.00							
年間降水量	NS	1.00						
起伏量	-0.13	NS	1.00					
田面積率	0.26	0.16	-0.52	1.00				
その他農用地面積率	-0.31	-0.23	0.21	-0.54	1.00			
森林面積率	-0.22	NS	0.68	-0.64	NS	1.00		
建物・交通地面積率	0.27	0.17	-0.30	NS	-0.23	-0.40	1.00	
水域面積率	NS	-0.14	NS	-0.16	NS	-0.17	NS	1.00

1) 温度・日射・積雪の傾度は温量指数, 年日射量, 年積雪量を主成分分析し得られた第1主成分スコアとした。

2) 水域面積率は3次メッシュ面積に占める, 河川地および湖沼と海水域の面積合計の比率とした。

NS: $P > 0.05$ ($n=288$) で有意でない

表3 出現確率モデルの対象18種の基礎情報¹⁾

和名	学名	生育形	生活形 ³⁾	生育地	確認年代	原産地
アメリカセンダングサ	<i>Bidens frondosa</i>	1年草	Th	川辺, 湿地	1920年	北米
オオアレチノギク	<i>Conyza sumatrensis</i>	1年草	Th	荒地, 畑地, 耕作放棄地	1920前後	南米
オオイヌノフグリ	<i>Veronica persica</i>	1~2年草	Th	畑地, 路傍	1870年頃	ユーラシア
シロツメクサ	<i>Trifolium repens</i> var. <i>repens</i>	多年草	H	路傍, 草地, 施肥牧野	江戸時代	欧州
ヒメムカシヨモギ	<i>Erigeron canadensis</i> var. <i>canadensis</i>	1年草	Th	荒地, 路傍	1870年頃	北米
オオニシキソウ	<i>Euphorbia natans</i>	1年草	Th	路傍, 河原, 荒地	1903年	北米
オッタチカタバミ	<i>Oxalis dillenii</i>	多年草	H	路傍, 空き地	1965年以前	北米
オニウシノケグサ	<i>Festuca arundinacea</i>	多年草	H	路傍, 草原, 荒地	昭和	ユーラシア
オニノゲシ	<i>Sonchus asper</i>	1~2年草	Th	路傍	明治	欧州
オランダミミナグサ	<i>Cerastium glomeratum</i>	2年草	Th	畑地, 荒地	明治末期	欧州
コセンダングサ	<i>Bidens pilosa</i> var. <i>pilosa</i>	1年草	Th	荒地, 河原	1908年以前	北米?
コニシキソウ	<i>Euphorbia maculata</i>	1年草	Th	畑地	1887年頃	北米
シマズメノヒエ	<i>Paspalum dilatatum</i>	多年草	H	路傍, 荒地	1915年	南米
セイタカアワダチソウ	<i>Solidago altissima</i>	多年草	G	富栄養地	1908年頃	北米
セイヨウタンポポ ²⁾	<i>Taraxacum officinale</i> a88	多年草	H	路傍, 牧草地	1904以前	欧州
ノボロギク	<i>Senecio vulgaris</i>	1~2年草	Th	路傍, 畑地	1870年前後	欧州
ヒメジョオン	<i>Stenactis annuus</i>	1年草	Th	荒地, 畑耕作放棄地, 路傍	江戸時代末期	北米
メマツオイグサ	<i>Oenothera biennis</i>	2年草	Th	川辺, 荒地	明治	北米

1) 和名・学名・確認年代・原産国は『外来種ハンドブック』, 生育形・生活形・生育地は『日本植生便覧』に従い, これらの情報が記載されていない種については, 『神奈川県植物誌2001』と『千葉県自然誌』を参照した。

2) セイヨウタンポポの確認年代と原産は『外来種ハンドブック』の「外来種タンポポ種群」の記載内容とした。

3) Th (1または2年生草本), H (接地植物), G (地中植物)

まず調査範囲の立地が様々であったため, 確認された植物相の組成や種数に大きな違いが認められた。そこで調査範囲に水田, 畑地, 林地等を含むデータを除き, 施設脇の法面もしくは施設脇の法面と施設内の水面のみを調査範囲としたデータを抽出した。また出現種数は数種から200種以上とばらつきが大きかった。そのため著しく出現種数が全データの平均から外れるものを除外し, 出現種数が20種から120種のデータを解析に用いた。

調査実施回数および調査時期にはばらつきがあるが概ね夏期を中心に複数回行われた。このため同一地点の複数回の調査データを統合し, 地点毎に植物の在・不在として整理した。

調査地点の配置をみると, 一部に非常に近接した調査地点が見られた。調査地点間の遠近によって植物の分布傾向に類似性が生じることが懸念されるため, 後述のよ

うに調査地点の3次メッシュを特定した後, 同一メッシュに複数の調査地点が該当するメッシュを解析対象から除外した。

表1に解析に用いた288地点の地域分布を示す。

2) 環境データ

上述の調査事業では農業水利施設の流速や水質等に関する一部の環境データは取得されているが, 陸域の環境データは得られていない。そこで植物相データと環境条件との関係を解析するため, 各調査地点の中心が位置する3次メッシュを特定し, 全国規模で整備されている3次メッシュ単位の各種環境データを結合した。

本研究では環境条件として, 国土数値情報の起伏量(1975年作成), 土地利用面積(1997年作成), メッシュ気候値の気温・積雪・降水・日照時間(1987年作成)を

表4 帰化率・生活形別の外来種比率と環境条件との相関関係

	温度・日 射・積雪 の傾度 ¹⁾	年間 降水量	起伏量	田面積率	その他 農用地 面積率	森林 面積率	建物・ 交通地 面積率	水域 面積率
帰化率	0.08	0.05	-0.35*	0.33*	-0.01	-0.55*	0.28*	0.07
1~2年生外来植物	0.23*	0.23*	-0.32*	0.39*	-0.20*	-0.47*	0.31*	0.04
外来多年生植物	-0.29*	-0.17*	-0.14	0.05	0.29*	-0.29*	0.05	-0.03
外来水湿植物	0.29*	-0.10	-0.18*	0.09	-0.10	-0.22*	0.19*	0.18*
外来木本植物	-0.09	-0.20*	0.11	-0.19*	0.16*	0.11	-0.21*	0.12

1) 温度・日射・積雪の傾度は温量指数, 年日射量, 年積雪量を主成分分析し得られた第1主成分スコアとした。
表中の値はピアソンの相関係数を示す (n=288, *: $P < 0.01$)。

参照した。土地利用データが陸域で、標高データが海域の場合(秋田県八郎潟)の起伏量は0 mとして扱った。日射量は清野⁴⁾に従い1987年時の日照時間のデータを用いて算出した。これら環境データは現在整備されている最新のものを参照したが、起伏量や気候値の取得年は植物相データのそれと大きく異なっていた。しかしこれらの変数の経年変化は小さく、特に気候値については全国的な傾度は年代が異なってもほぼ同様と想定されることから、解析への影響は小さいと考える。

これらのデータから、土地利用面積は凡例毎に比率への変換を行った。相互に相関の強かった温量指数, 日射量, 年積雪量の3変量については、それらの主成分分析から得られた第1主成分(寄与率89.2%)のスコアを温度・日射・積雪の傾度という1変数としてまとめて扱い、最終的に8変数を解析に用いた。8変数間の相関関係について表2に示す。

2 統計解析

1) 帰化率・生活形別の外来種比率と各変数との相関分析

農業水利施設周辺の植物相について、外来種の調査地への侵入程度を表す指数として、各地点の帰化率および生活形別の外来種比率を算出し、各3次メッシュの環境条件を表す8変数との関係性をピアソンの相関分析により検討した。

外来種の生活形は、多肉植物や大形地上植物など出現回数が他の生活形に比べ著しく少ない生活形があることから、1~2年生外来植物、外来多年生植物(多肉植物、地表植物、半地中植物、地中植物)、外来水湿植物、外来木本植物(微小地上植物、小形地上植物、大形地上植物)の大きく4区分にまとめ解析に用いた。出現種の外来種、在来種の判断および生活形については各種文献^{5) 6) 7) 8)}を参照した。

2) 高頻度出現種の出現確率モデルと重要な変数の検討

全国での出現率が20%以上であった外来種18種について出現確率モデルを構築し、実際の出現傾向に対するモデルの当てはまり精度を検証した。その内、一定の精

度を満たした種について、その分布に影響する要因を検討した。解析対象とした18種の生育形, 生活形, 主な生育地, 確認年代, 原産地等を表3に示す。

各種の出現確率モデルは、出現傾向のばらつきを説明する確率分布に二項分布を仮定し、リンク関数にはlogitリンクを用いて一般化線形モデルにより構築した。8説明変数については多重共線性を避けるために、各変数間の相関行列から著しく強い相関を示す変数が無いことを予め確認した(表2)。モデルの係数推定値は、8説明変数を組み合わせた全モデルのAkaike information criterion (AIC)の差から算出されるAkaike weightに基づきモデル平均⁹⁾により算出した。

各モデルの実際の出現傾向に対する当てはまり精度を評価するために、Manel et al.¹⁰⁾に従いAUCを算出した。AUCにより実際の出現傾向に対する当てはまり精度が中程度以上と評価されたモデルを得られた種を対象に、全国規模でみた場合に8変数間で相対的に出現傾向への影響力が強い変数をAkaike weightの積算値¹¹⁾から判断した。

III 結果

1 帰化率・生活形別の外来種比率と各変数との相関分析

帰化率や各生活形の外来種比率と8変数間の相関分析の結果を表4に示す。

森林面積率および起伏量は木本の外来種比率を除く、帰化率や他の生活形の外来種比率との間に有意な負の相関関係($P < 0.01$)があった。特に森林面積率と帰化率($r = -0.55$)および森林面積率と1~2年生外来植物($r = -0.47$)との間に、他の変数間より比較的強い有意な負の相関が見られた。田面積率および建物・交通地面積率の2変数は、帰化率および各外来種比率との間の相関の正負の傾向が一致しており、帰化率や1~2年生外来植物の比率等との間に有意な正の相関関係が見られた。その他の変数間でも有意な相関は見られたが、相関係数は小さかった。

表5 高頻度出現外来種の出現確率モデルにおける重要な変数

Akaike weight の積算値 ²⁾ と係数推定値の正負 ³⁾ (+/-)												
	AUC	全国での 出現率 (n=288)	温度・日 射・積雪 の傾度 ¹⁾	年間 降水量	起伏量	田面積率	その他 農用地 面積率	森林 面積率	建物・ 交通地 面積率	水域 面積率		
基データへの当てはまり精度が中程度の種 (0.7≤AUC≤0.9)												
オランダミミナグサ	0.849	21.5	0.670 (-)	1.000 (+)	0.357 (-)	0.399 (-)	0.382 (-)	0.832 (-)	0.887 (+)	0.377 (+)		
シマスズメノヒエ	0.831	35.4	1.000 (+)	0.980 (+)	0.295 (-)	0.493 (+)	0.290 (+)	0.307 (-)	0.282 (+)	0.380 (-)		
セイヨウタンポポ	0.829	31.9	1.000 (-)	0.903 (+)	0.505 (-)	0.396 (+)	0.516 (+)	0.852 (-)	0.367 (+)	0.473 (-)		
コセンダングサ	0.828	30.9	1.000 (+)	0.965 (+)	0.377 (-)	0.428 (-)	0.826 (+)	0.427 (-)	0.744 (+)	0.409 (-)		
オニノゲシ	0.814	29.9	0.927 (-)	1.000 (+)	0.593 (-)	0.545 (+)	0.777 (+)	0.579 (-)	0.808 (+)	0.440 (-)		
メマツヨイグサ	0.779	27.8	1.000 (-)	0.282 (+)	0.313 (-)	0.518 (+)	0.387 (+)	0.648 (-)	0.675 (+)	0.343 (-)		
セイタカアワダチソウ	0.776	59.7	1.000 (+)	0.994 (+)	0.319 (-)	0.418 (-)	0.306 (-)	0.326 (+)	0.377 (+)	0.279 (+)		
ノボロギク	0.766	21.5	0.999 (-)	0.910 (+)	0.301 (-)	0.668 (+)	0.380 (+)	0.737 (-)	0.459 (+)	0.340 (+)		
オッタチカタバミ	0.746	37.2	1.000 (+)	0.381 (+)	0.554 (+)	0.297 (+)	0.296 (+)	0.301 (-)	0.283 (-)	0.335 (-)		
コニシキソウ	0.740	31.9	1.000 (+)	0.543 (+)	0.336 (-)	0.522 (+)	0.380 (-)	0.547 (-)	0.314 (+)	0.436 (+)		
オオニシキソウ	0.733	25.7	1.000 (+)	0.353 (-)	0.286 (-)	0.545 (+)	0.567 (-)	0.540 (+)	0.452 (-)	0.402 (+)		
ヒメジョオン	0.730	47.2	1.000 (-)	0.707 (-)	0.306 (-)	0.418 (+)	0.368 (+)	0.483 (-)	0.300 (+)	0.469 (-)		
シロツメクサ	0.711	51.7	1.000 (-)	0.280 (-)	0.279 (-)	0.781 (+)	0.774 (+)	0.461 (-)	0.367 (-)	0.501 (-)		
アメリカセンダングサ	0.710	70.1	0.990 (+)	1.000 (+)	0.277 (+)	0.386 (+)	0.545 (+)	0.310 (-)	0.388 (-)	0.300 (-)		
オニウシノケグサ	0.709	24.7	0.839 (-)	0.949 (+)	0.346 (+)	0.917 (+)	0.425 (+)	0.401 (-)	0.323 (+)	0.298 (+)		
基データへの当てはまり精度が悪い種 (AUC<0.7)												
オオアレチノギク	0.688	46.9	1.000 (+)	0.997 (+)	0.312 (+)	0.408 (+)	0.512 (-)	0.453 (-)	0.399 (+)	0.417 (-)		
オオイヌノフグリ	0.648	20.8	0.317 (+)	0.506 (+)	0.403 (-)	0.599 (+)	0.341 (-)	0.531 (-)	0.334 (+)	0.306 (+)		
ヒメムカシヨモギ	0.619	36.8	0.689 (-)	0.279 (-)	0.382 (+)	0.411 (-)	0.847 (+)	0.464 (-)	0.635 (+)	0.322 (+)		

1) 温度・日射・積雪の傾度は温量指数、年日射量、年積雪量を主成分分析し得られた第1主成分スコアとした。

2) Akaike weight の積算値が1に近いほど、モデルにおける変数の選択率が高い。

3) 係数推定値が正(+)の場合は出現確率と正の関係、負(-)の場合は出現確率と負の関係を持つ。

2 高頻度出現種の出現確率モデルと重要な変数の検討

モデルの実際の出現傾向に対する当てはまり精度を検証した結果 (AUC) と、各係数推定値の重要性を表す Akaike weight の積算値、および係数推定値の正負 (+/-) を表5に示す。

オランダミミナグサ等の15種のAUCは、モデルの精度が中程度と判断される0.7~0.9の間にあった。オオアレチノギク、オオイヌノフグリ、ヒメムカシヨモギの3種のAUCは、モデルの精度が悪いと判断される0.7未満だった。

AUCにより中程度の精度と判断された15種の出現確率モデルにおける8変数の相対的な重要性は種間で異なっていた。当てはまり精度が中程度だった出現確率モデルのほぼすべての種で、温度・日射・積雪の傾度が変数間で相対的に重要性の高い変数だった。また温度・日射・積雪の傾度同様、国土スケールで変化する傾度である年間降水量も半数以上のモデルで重要性が高かった。各土地利用面積率はいくつかの種で重要性が高かった。田面積率はシロツメクサ、オニウシノケグサの出現確率と正の関係にあった。その他農用地面積率はコセンダングサ、オニノゲシ、シロツメクサの出現確率と正の関係、森林面積率はオランダミミナグサ、セイヨウタンポポ、ノボロギクの出現確率と負の関係、建物・交通地面積率はオランダミミナグサ、コセンダングサ、オニノゲシの出現確率と正の関係にあった。水域面積率および起伏量の重要性はすべてのモデルで低かった。

IV 考察

1 植物相と環境条件の関係

農業水利施設周辺の植物相の帰化率や、生活形別の外来種比率と各種環境条件との相関分析の結果、最も強い相関関係が見られたのは森林面積率であった。外来植物の多くは、全天環境を好むことが知られており^{12) 13) 14)}、今回の解析対象とした調査データにおいて高頻度で出現した18種も荒地、路傍、河原、耕作放棄地といった樹林による被陰の影響を直接的には受けない場所を生育地とする種だった(表2)。相関分析の結果、森林面積率と帰化率との間に負の相関関係が見られたことは、施設外の森林面積が多いことにより全天環境を好む外来植物の生育適地が少なくなり、それに伴い施設周辺への外来種の供給が少なくなっていることと対応すると考えられる。また反対に、田面積率や建物・交通地面積率といった農業活動や都市化に伴い増加する面積率と帰化率やその他の生活形比率(木本の外来種比率を除く)との間に正の相関が見られたことは、施設外の外来植物の生育適地が多いため、施設周辺への外来植物の供給量も多いことと対応すると考えられる。

これまでにも樹林地に生育する外来種の分布に影響する要因を解析した研究において、伐採や間伐といった全天環境を増加させる人為的な植物群落構造の改変が、気候条件よりも影響力が強いことが報告されている¹³⁾。そ

他の温度・日射・積雪の傾度、年間降水量、その他農用地面積率、水域面積率と帰化率や外来種比率との間でも有意な相関は見られたが、相関係数が小さく各変数間の関係性は小さいと考えられる。

これらの結果、農業水利施設が周辺に森林を含まない大規模な農業地域や、都市域と隣接する立地に位置する場合には、外来植物の供給量が多く、施設周辺の帰化率や生活形別の外来種比率は高くなる傾向にあると考えられる。そのため、このような条件下にある農業水利施設では在来種の多様性の維持が困難になることや、外来種の侵入による管理コストの増大などの影響を受けやすいことが懸念される。

2 高頻度出現種の分布に影響する要因

高頻度で出現した外来植物 18 種の出現確率モデルの精度検証および重要な変数の検討の結果、個別種の分布には国土スケールで変化する気候条件の影響が相対的に強いことが示唆された。

本研究では予測精度が悪かったが、オオアレチノギクと、同属のヒメムカシヨモギについては、冬季の低温と乾燥によって二種の分布傾向に差異が見られることが報告されている¹⁵⁾。このような寒暖の傾度や、乾湿の傾度に対応した分布傾向の差異が高頻度種の多くに存在することが解析結果からも示唆された。気候条件 2 変数の重要性および出現確率と係数推定値の正負の関係性は種毎に異なっており、気候条件への適応パターンは種毎に様々であることも示唆された。一方、オオイヌノフグリは気候条件や 3 次メッシュスケールの土地利用形態の影響が小さく、広域に適応できる可能性が示唆された。本研究で対象とした高頻度種で見る限り、このような顕著な広域性を示す種はオオイヌノフグリのみであった。

ある立地に成立している植物群落の組成と周辺環境の関係性について、これまでも都市景観や農業景観といった異なった土地利用形態に対応して、その立地に侵入する外来植物に差異がみられることが報告されている²⁾¹²⁾。本研究の結果からも、オオウシノケグサやオニノゲシ等のいくつかの種の出現確率モデルにおいて、人為的攪乱の程度が大きく異なる各土地利用面積率の重要性が高いと判断された。このことから 3 次メッシュスケールでみた各土地利用の配分が一部の種の生育適地の多少に伴う供給源の増減に対応し、出現傾向に影響している可能性が示唆された。

これらの結果より、農業水利施設周辺に生育する外来植物には地域的な出現傾向の差異があり、それを一因として地域的な植生構造の違いが生じると考えられる。このためこの植生構造の地域性を考慮した外来種対策が必

要と考えられる。

しかし、高頻度で出現した 18 種のすべてが主に全天環境を生育適地とする外来草本植物であったにもかかわらず、全天環境の量を示すその他農用地などの面積率の重要性が低いと判断される種が多く見られた。ある立地の植生に影響を及ぼす景観構造の推定には、異なるスケールでの検討が必要とされている¹⁶⁾。また既往研究でも全国規模で行う生物の分布傾向の解析における 3 次メッシュデータの精度の粗さについては指摘されている¹⁷⁾。このため多くの種において、全天環境を示す土地利用の重要性が低いと判断された一つの原因として、3 次メッシュの面積率がこれら植物種に影響を及ぼすスケールとして仮定するのに適していなかった可能性が考えられる。この点に関して、本研究で用いたデータの地点記録精度では 3 次メッシュとの結合が限界であったが、今後 1/10 細分メッシュの土地利用形態など、より詳細なスケールの景観構造と種の分布の関係を検証することが必要である。

V おわりに

本研究から気候条件、周辺の土地利用形態の両方が外来種の分布に重要であるが、その重要性は植物群落と個別種では異なる傾向にあることが示唆された。国土スケールで異なる気候条件はほとんどの高頻度種の分布に影響することが示唆された。また 3 次メッシュスケールの土地利用形態に影響を受ける種群も複数特定された。一方で植物群落への外来植物の侵入程度と気候条件との関係性は顕著でなく、施設周辺の土地利用形態の影響がより重要と示唆された。

今後の研究の課題として本研究で検討できなかった詳細スケールのデータの補完が必要である。特に土壌条件については、生育地土壌の理化学性や土壌改変後の遷移段階の目安となる各水利施設の施工時期等のデータの収集が望まれる。さらに今回は高頻度種の一部にアメリカセンダングサのように湿性環境から陸域まで生育が可能な種が含まれた。そのため本解析で調査対象地とした農業水利施設脇の法面と、施設脇の法面部に施設内の水面を加えたデータの場合、施設内の水面を調査対象に含めるか否かの違いにより、生育状況を正しく記録できていないことが懸念される。このため今後の調査事業では調査域の統一や種の出現地点の詳細な記録を行っていくことも必要になると考えられる。また今回の調査データは地方間で調査数にも偏りがあるため、今後それらのデータの蓄積に応じて研究結果の再検討が必要と考えられる。

【謝辞】

本研究にあたり、農林水産省農村振興局資源課より農業農村環境情報整備調査の植物相調査結果を提供頂いた。農業環境技術研究所の天野達也研究員には解析手法についての助言を頂いた。広島大学大学院国際協力研究科の中越信和教授には本論文の草稿に対して有益なコメントを頂いた。ここにお礼申し上げる。

【引用文献】

- 1) Austin, M. (2007): Species distribution models and ecological theory: A critical assessment and some possible new approaches. *Ecological modelling*, 200(1-2), 1-19.
- 2) 山野美鈴・芝池博幸・井手任 (2004) : 茨城県つくば市における在来タンポポ及び雑種タンポポの分布と景観構造の関連解析. ランドスケープ研究, 67(5), 587-590.
- 3) 農村振興局資源課: 広域農業地域における生物生息情報の中間取りまとめについて, 農林水産省農村振興局資源課, <<http://www.maff.go.jp/nouson/sigen/home/seika/12.pdf>>, 2007年4月17日参照
- 4) 清野 裕 (1993) : アメダスデータのメッシュ化について. 農業気象, 48(4), 379-383.
- 5) 日本生態学会編 (2002) : 『外来種ハンドブック』. 地人書館, 東京.
- 6) 宮脇昭編 (1994) : 『日本植生便覧』. 至文堂, 東京.
- 7) 神奈川県植物誌調査会編 (2001) : 『神奈川県植物誌 2001』. 神奈川県立生命の星・地球博物館, 小田原.
- 8) 財団法人千葉県史料研究財団編 (2003) : 『千葉県の自然誌』. 千葉日報社, 千葉.
- 9) Burnham, K. P. & Anderson, D. R. (2002) : Model selection and multimodel inference: a practical information-theoretic approach. Springer-Verlag, New York.
- 10) Manel, S., Williams, H. C. & Ormerod, S. J. (2001) : Evaluating presence-absence models in ecology: the need to account for prevalence. *The Journal of Applied Ecology*, 38(5), 921-931.
- 11) Johnson, J. B. & Omland, K. S. (2004): Model selection in ecology and evolution. *Trends in Ecology and Evolution*, 19(2), 101-108.
- 12) Fensham, R. L. & Cowie, I. D. (1998): Alien plant invasions on the Tiwi islands. Extent, implications and priorities for control. *Biological Conservation*, 83(1), 55-68.
- 13) Gray, A. N. (2005): Eight nonnative plants in western Oregon forests: associations with environment and management. *Environmental Monitoring and Assessment*, 100, 109-127.
- 14) Duguay, S., Eigenbrod, F. & Fahrig, L. (2007): Effects of surrounding urbanization on non-native flora in small forest patches. *Landscape Ecology*, 22(4), 589-599.
- 15) 吉岡俊人・佐野成範・佐藤茂 (1998) : 未発芽種子バーナリゼーションーヒメムカシヨモギの生活史と分布の成立に關与する新たに見出された生態現象. 植調, 32(6), 204-210.
- 16) Kumar, S., Stohlgren, T. J. & Chong, G. W. (2006): Spatial heterogeneity influences native and nonnative plant species richness. *Ecology*, 87(12), 3186-3199.
- 17) 井本郁子・増澤直 (2007) : 野生動物の生育地の推定と現存植生図の利用. 景観生態学, 11(2), 133-143.

Summary

We analyzed factors affecting distribution patterns of alien plants around irrigation and drainage facilities in Japan using 288 flora data around the facilities and common environmental data collected at grid-cell level (30"×45"). Forest cover rate and topographic relief were negatively correlated with the rate of naturalized species and the rates of alien plants which belonged to the three life-form spectra; annual-biennial, perennial, wet species. The distribution patterns of the frequent species were considered to be strongly affected by climatic conditions such as temperature, radiation, snowfall, and precipitation rather than land use types from the fit results of the species presence-absence models to the observed occurrence patterns. These results suggest that vegetation management around an irrigation and drainage facility must be planned and conducted based on the climatic conditions and the surrounding land use type of the site.

(2007 年 5 月 18 日 受付)

(2007 年 11 月 17 日 受理)