

飼料畑における外来雑草の侵入実態と分布

渡 邊 修

信州大学農学部食料生産科学科 生産環境管理学講座

要 約 日本国内への外来雑草の侵入を明らかにする研究の中で、大量の雑草種子が輸入穀物から検出され、輸入飼料が雑草の侵入ルートの一つであることが確実となった。イチビ、シヨクヨウガヤツリ、ワルナスビなど飼料畑の強害雑草となっている草種について、栃木県那須地域の20km四方の範囲で、GPSを用いて詳細な分布調査を実施し、分布パターンを解析した。分布パターンは草種によって大きく異なり、イチビとシヨクヨウガヤツリは農耕地に発生が集中し、アレチウリ、オオオナモミ、ブタクサは50%以上が非農耕地で発生が確認された。GPS データは外来雑草の今後の分布拡大を地理的スケールで明らかにするためのデータベースとして利用可能であり、侵入植物に対する生物資源や生態系保護のための効率的な取り組みに活用できる。

キーワード：外来雑草，侵入，飼料畑，GPS，分布パターン

1. はじめに

雑草は人間活動にもっとも関係の深い植物であり、古くは稲作など作物の伝播に付随して農耕地とその周辺に定着し、日本のフロラの構成要素となっているが¹⁾、近年では人間活動のグローバル化にともなう物資や人間の頻繁な移動によって、帰化植物が分布域を拡大している。帰化植物の定義は「自然の営力によらず、人為的営力によって、意識的または無意識的に移入された外来植物が野生の状態のみでいられるものをいう」とされており²⁾、図1に示すように日本国内の帰化植物数は年々増加し、2002年の時点で1548種確認されている³⁾。最近では帰化植物という用語に加え、「帰化」と「侵入」両方の意味を含む「外来植物」という用語が広まっており、本稿でもこの用語を用いることとする。1960年代以降、急激に増加している外来植物の中には旺盛な繁殖力や分散力を備えた種が多く、セイタカアワダチソウ (*Solidago altissima* L.) やアレチウリ (*Sicyos angulatus* L.) のように強い競合力によって在来種を駆逐するものや、ホテイアオイ (*Eichhornia crassipes* Solms-Laub.) など水路で大発生して水系管理上問題となるもの、イチビ (*Abutilon theophrasti* Medic.) やワルナスビ (*Solanum carolinense* L.) のように農耕地で繰り返し発生して作物生産に深刻な影響を及ぼすものがある。農耕

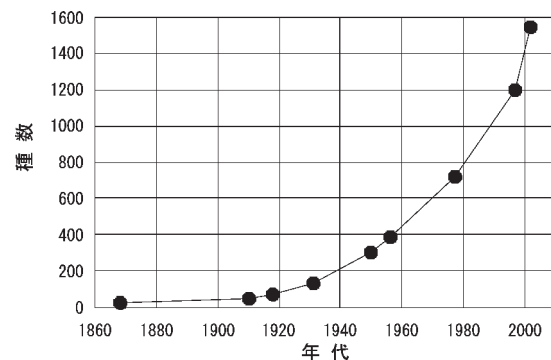


図1. 日本における帰化植物の種数の変化

地に侵入した雑草は、除草管理によって個体数をある程度制御できるが、非農耕地に侵入した雑草は急速に個体数を増加させるケースがあり、生態系のバランスに大きな影響を与える可能性がある。2004年に制定された「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）」で、特定外来植物としてアレチウリなどがリストアップされ、積極的に防除管理すべき種として認識されている。農業および生態系へ深刻な影響をもたらす外来植物の拡大防止を進めるには、分布情報の共有化と蔓延防止対策の構築が急務となっている。

本稿では、外来植物の侵入実態として、主に飼料畑に侵入する外来植物の侵入経路と発生実態、GPSを利用した外来植物の効率的な分布調査法およびGIS（地理情報システム）を用いた地域メッシュによる分布パターンの解析例などを述べる。

受理日 2006年12月21日

採択日 2007年1月17日

2. 外来雑草の侵入と蔓延

従来、草地・飼料畑で問題となっていた雑草はイヌビエ (*Echinochloa crus-galli* Beauv.) やメヒシバ (*Digitaria ciliaris* Koel.), エゾノギシギシ (*Rumex obtusifolius* L.) などであったが、1980年後半以降、イチビ、アレチウリ、ワルナスビなどの外来雑草が全国に蔓延し、飼料作物の生産に大きな影響を与えるようになった^{5,7,10,11,18)}。外来植物は、港や空港などの一次帰化地に定着し、鉄道・道路沿線、造成地、農耕地など人間によって攪乱された土地(二次帰化地)で個体群の増殖を繰り返しながら徐々に分布を拡大するのが一般的であるが²⁾、1980年代後半から飼料畑に蔓延したイチビなどの外来雑草は全国で同時多発的に発生し、急速に全国に広まっており^{5,7,10,11)}、従来の拡大パターンとは大きく異なることが特徴である。

飼料畑で問題となった外来雑草の侵入経路を明らかにするため、1994年に草地試験場(現畜産草地研究所)では、茨城鹿嶋島港で荷揚げされる輸入穀物1kgのサンプルを通年にわたり入手し、サンプルに混入していた雑草種子を分離・同定する研究を行った^{3,11)}。その結果、合計105サンプルから延べ1483種の雑草が検出され、アメリカ産のトウモロコシから338種、モロコシから228種、ダイズから257種など多数の雑草種子が確認された。アメリカ以外にカナダ、オーストラリア、アルゼンチンなどから輸入されたサンプルにも多数の雑草種子が混入しており、世界各地の雑草が日本に大量に持ち込まれていることが明らかとなった。このことは、海外の圃場で防除できなかった雑草が日本に繰り返し侵入している実態を示すものである。輸入穀物から検出された雑草のリストをみると³⁾、1980年代以降、各地で問題となった外来雑草のほぼすべてが検出されており、輸入穀物を経由して外来雑草が侵入していることが確実となった。ただし、輸入穀物が侵入経路のすべてではなく、他にも多数の経路が存在することが考えられる。さらに、オオイヌタデ (*Persicaria lapathifolia* S.F.Gray), シロザ (*Chenopodium album* L.), メヒシバ, アキノエノコログサ (*Setaria faberi* Herrm.) など日本に古くからある畑雑草も輸入サンプルから検出された。これらの雑草は在来種と外来種とで外部形態的に大きく異なることはないと考えられるため、外来と在来を区別することが極めて難しく、侵入状況の把握は困難と考

えられる。

これまで紹介した輸入穀物はトウモロコシやダイズなど夏作物であるが、コムギやナタネなど冬作物をサンプリングした調査研究でも多数の雑草種子が検出されている¹⁾。アブラナ類 (*Brassica* spp.), カラスムギ (*Avena fatua* L.), ヤグルマギク (*Centaurea cyanus* L.), ライグラス類 (*Lolium* spp.) などが検出され、関東・東海地区の麦作圃場で現在深刻な問題となっているカラスムギとライグラス類の侵入経路として注目されている。

3. 外来雑草の分布と発生パターン

1994年から98年にかけて、草地試験場の研究グループは栃木県那須地域の酪農地帯で雑草の定点観察地点を40カ所設け(図2)、雑草発生地点数を記録した¹³⁾。5年間の定点観測調査の結果、発生地点数が多いのはイチビの31地点、オオクサキビ (*Panicum dichotomiflorum* Michx.) の19地点、アメリカセンダングサ (*Bidens frondosa* L.) の17地点で、アメリカアサガオ (*Ipomoea hederacea* Jacq.), マルバアサアオ (*Ipomoea purpurea* Roth), アメリカキンゴジカ (*Sida spinosa* L.) などは一度発生したのみであった(表1)。近年、アサガオ類は東海地方などのダイズ畑で大量に発生し、深刻な被害を引き起こしていることから¹²⁾、その発生情報には注意が必要である。また、定点調査から外来雑草にはイチビ、ワルナスビ (*Solanum carolinense* L.), ショクヨウガヤツリ (*Cyperus esculentus* L.) など長期的な発生が認められたものと一時的な発生しか認められないものがあり、種類によって発生パターンが大きく異なっていた。

外来雑草の地域への侵入実態の詳細を明らかにするため、1999年から2000年にかけて前述の定点調査

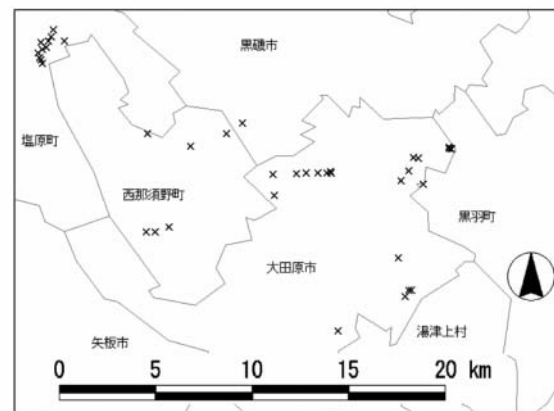


図2. 栃木県那須地域における雑草の定点観測地点

表 1. 栃木県那須地域の定点観測で確認された主要雑草の種類と発生年数および発生地点数

種名	科名	学名	地点数					発生地点合計
			発生年数					
			1年	2年	3年	4年	5年	
オオイヌタデ	タデ	<i>Persicaria lapathifolia</i> S. F. Gray	8					8
ヨウシュヤマゴボウ	ヤマゴボウ	<i>Phytolacca americana</i> L.	7	4	1			12
シロザ	アカザ	<i>Chenopodium album</i> L.	5	2				8
ホソアオゲイトウ	ヒユ	<i>Amaranthus patulus</i> Bert.	11	3				14
アメリカキンゴジカ	アオイ	<i>Sida spinosa</i> L.	3					3
イチビ	アオイ	<i>Abutilon theophrasti</i> Medic.	6	4	9	5	7	31
ゼニバアオイ	アオイ	<i>Mava negecta</i> Wallr.	2					2
アレチウリ	ウリ	<i>Sicyos angulatus</i> L.			1		1	2
アメリカアサガオ	ヒルガオ	<i>Ipomoea hederacea</i> Jacq.	1					1
マルバアサガオ	ヒルガオ	<i>Ipomoea purpurea</i> Roth	1					1
アメリカイヌホオズキ	ナス	<i>Solanum americanum</i> Mill	8	3				11
シロバナチョウセンアサガオ	ナス	<i>Datura stramonium</i> L.	1				1	12
ワルナスビ	ナス	<i>Solanum carolinense</i> L.		2		3	4	9
アメリカセンダングサ	キク	<i>Bidens frondosa</i> L.	7	5	3	2		17
オオオナモミ	キク	<i>Xanthium occidentale</i> Bertoloni		1			1	2
ブタクサ	キク	<i>Ambrosia artemisiifolia</i> L. var. <i>elatior</i> Desc.	4					4
アキノエノコログサ	イネ	<i>Setaria faberi</i> Herrm.	7					7
イヌビエ	イネ	<i>Echinochloa crus-galli</i> Beauv.	5	6	1	1		13
オオクサキビ	イネ	<i>Panicum dichotomiflorum</i> Michx.	8	5	4	2		19
セイバンモロコシ	イネ	<i>Sorghum halepense</i> Pers.	2	1				3
シヨクヨウガヤツリ	カヤツリグサ	<i>Cyperus esculentus</i> L.			3	1	2	6

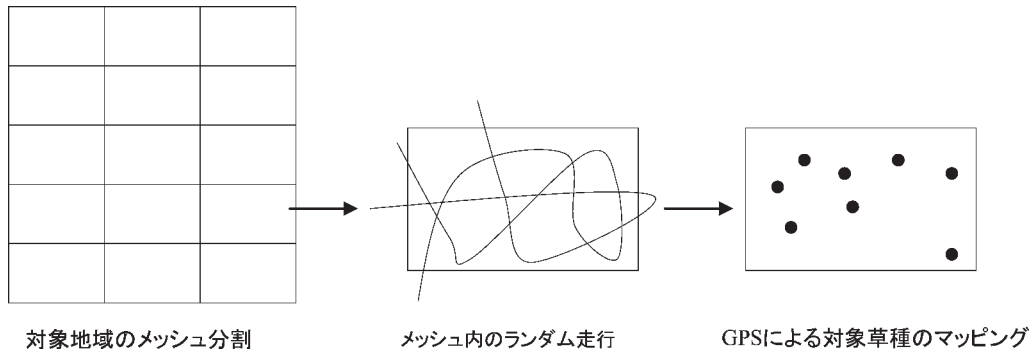


図 3. 広域エリアにおける地域のメッシュ分割と自動車および GPS を利用した分布データの取得法

と同一地域（筈川と那珂川流域の約20km 四方）で、外来雑草の分布調査を行った¹⁴⁾。現地調査による分布情報の収集は GPS によって行った。当時、アメリカによる GPS 信号の強制精度劣化のシステムが解除され、携帯型 GPS の単独測位の精度が大幅に向上し、現地調査に有用であった。調査地域を 1 km メッシュで分割し、メッシュ内をランダムに走行し出現種の位置を測位することで位置情報を収集した。この方法は鳥類調査におけるテリトリーマッピング法に類似したものであり⁸⁾、位置情報の定量化に有効である（図 3）。この方法により短時間で広面積をカバーして分布情報を得ることができる。表 2 に示すように生育地を 12 種類に分けて、それぞ

れの草種の発生地点数を示した。アメリカセンダングサが 915 地点、イチビが 346 地点でこの 2 種が特に多く、シヨクヨウガヤツリとイヌホオズキ類 (*Solanum* spp.) は 100 地点を越えた。シロバナチョウセンアサガオ (*Datura stramonium* L.)、アメリカキンゴジカなどの発生地点は 10 地点以下であり、発生は稀であった。しかし、アメリカキンゴジカはアメリカのダイズ畑における強害雑草であり¹⁹⁾、今後注意を要する植物である。また、シロバナチョウセンアサガオはごく少量の個体が飼料に混入するだけで家畜の健康に深刻な被害を与えるため¹¹⁾、発生実態を詳しく把握する必要がある。生育地から見ると、アメリカセンダングサは水田、水田畦畔、水路、

表2. 那須地域における外来雑草の生育地と発生日点数

種名	生育地												合計
	農耕地						非農耕地						
	飼料畑 ^{a)}	草地	飼料畑のあぜ	家畜ふん尿集積圃場	普通畑	水田	水田のあぜ ^{b)}	樹園地	空き地	路傍	河川敷、土手	林縁	
アメリカセンダングサ	20	1	10	6	4	267	418	3	57	123	5	1	915
イチビ	277	5	5	11	8	0	10	1	24	5	0	0	346
シヨクヨウガヤツリ	127	6	3	3	0	1	6	0	9	1	0	0	156
イヌホオズキ類 ^{c)}	31	1	8	3	4	0	34	1	11	18	0	0	111
ワルナスビ	30	1	4	1	1	0	19	0	3	27	0	3	89
ブタクサ	19	1	5	1	0	0	7	1	21	28	0	0	83
アレチウリ	12	1	1	7	1	0	1	0	11	10	4	3	51
オオオナモミ	5	1	1	0	0	0	0	1	6	5	0	0	19
コセンダングサ	2	0	3	1	0	0	0	0	5	5	0	1	17
ゼニバアオイ	4	0	1	1	0	0	1	0	2	0	0	0	9
シロバナチョウセンアサガオ	5	1	1	0	0	0	0	0	2	0	0	0	9
アメリカキンゴジカ	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7
センナリホオズキ	0	0	2	0	0	0	2	0	0	1	0	0	5
合計	539	18	44	34	18	268	498	7	151	223	9	8	1817

注：a) 主に飼料用トウモロコシ, b) あぜに接した水路を含む, c) アメリカイヌホオズキ, イヌホオズキ, テリミノイヌホオズキを含む。

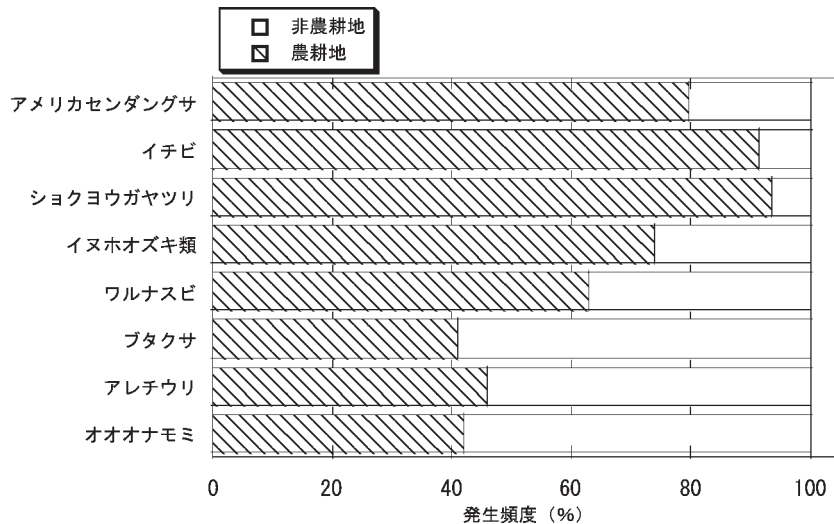


図4. 主要外来雑草の農耕地および非農耕地における発生頻度

路傍に多く、12種類すべての生育地に発生した。イチビとシヨクヨウガヤツリは飼料畑で特に多く、飼料畑ではイヌホオズキ類やワルナスビの発生も目立った。表2の生育地の中で、飼料畑から樹園地までを農耕地、空き地から林縁までを非農耕地に分け、発生日点数が50を越える種の発生頻度を図4に示した。イチビ、シヨクヨウガヤツリは発生日点数の90%以上が農耕地であり、他種と比較して農耕地に特化していた。アメリカセンダングサ、イヌホオズキ類の発生も農耕地で頻度が高かった。アレチウリ、オ

オオオナモミ、ブタクサは空き地や路傍など非農耕地での発生が50%を超えており、非農耕地での蔓延が懸念される種が確認された。

地域への外来雑草の侵入程度をみるために、GPSで測定した位置情報を利用してGIS(地理情報システム)でデータベースを作り地図上にプロットした。GISのベースマップとして、ここでは4次メッシュ(一辺約500m)の土地利用情報を整備し、メッシュ当たりの畑地面積率を表示した(図5)。イチビとシヨクヨウガヤツリの発生は畑地面積率の高いエリ

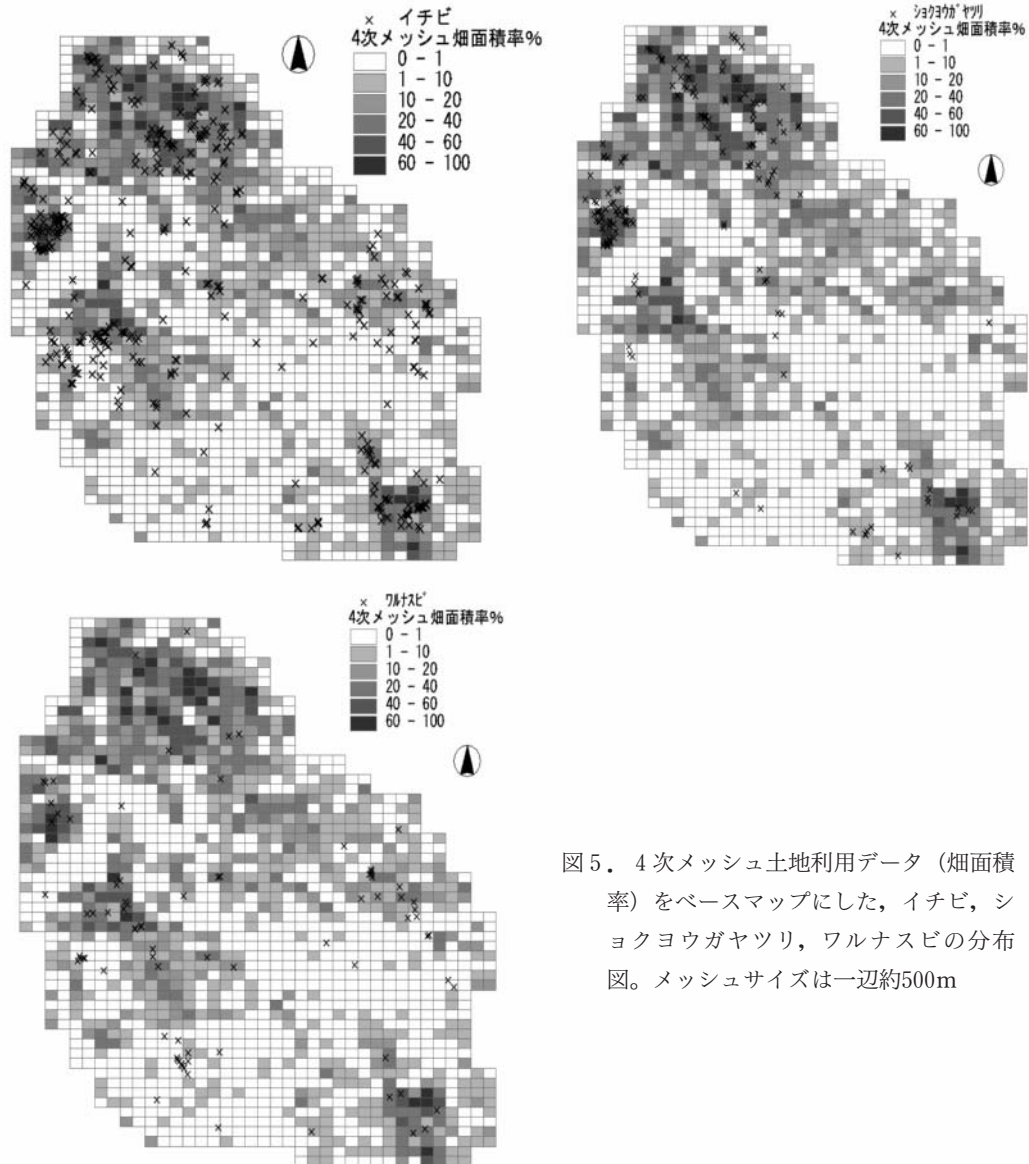


図5. 4次メッシュ土地利用データ（畑面積率）をベースマップにした、イチビ、シヨクヨウガヤツリ、ワルナスビの分布図。メッシュサイズは一辺約500m

アに集中していたが、イチビは地域内に広く発生している。また、ワルナスビは畑面積の広いエリアに必ずしも発生しておらず、集中して発生する場所はほとんど確認されなかった。

GISを利用することで、草種ごとの分散構造を解析することが可能となる¹⁵⁾。ここではメッシュサイズを0.2km, 0.5km, 1.0km, 2.0km及び5.0kmに変化させ、それぞれのメッシュに含まれる雑草発生地点数の頻度を集計した。このとき、メッシュ内における発生地点数の頻度を $\pi_1, \pi_2, \dots, \pi_n$ とすると、 $\sum \pi_i^2$ は全メッシュに対する地点の散らばり具合を示す尺度となる。ここで $\sum \pi_i^2 = \lambda$ とすると、計算された λ はSimpsonの多様度と呼ばれ、 λ は母集団の量を示す。 λ の数値が大きいほど、集中して発生することを示す。GISで作成したメッシュを q としてその中に含まれる発生地点数を $n_1, n_2,$

\dots, n_q とし、総地点数を N とすると、 λ の不偏推定値 δ は以下の式で表される。

$$\delta = \frac{\sum_{i=1}^q n_i(n_i - 1)}{N(N - 1)}$$

ここで、 δ にメッシュ数 q を乗じた δq は分布を表す尺度 $I\delta$ として広く利用されている⁴⁾。GISで作成したメッシュすべてについてSimpsonの多様度 λ と $I\delta$ を集計した結果を表3に示した。0.2~2.0kmにおいて λ の値はシヨクヨウガヤツリがもっとも高く、地域内で集中的に分布することが定量的に示された。また3草種とも $I\delta$ の値はメッシュサイズが0.5kmのときに最大値を示し、メッシュサイズが大きくなるにつれて漸近的に1に近づいた。メッシュサイズを変更したときに $I\delta$ 値が1であればランダム分布、1以下であれば規則分布を示すという

表3. 3草種の発生地点数とメッシュサイズを0.2kmから5kmに変化させたときの各メッシュサイズにおけるSimpson多様度(λ)とI δ 値

メッシュサイズ(km)	種名			メッシュ個数(q)
	イチビ	シヨクヨウガヤツリ	ワルナスビ	
	λ			
0.2	0.004	0.009	0.014	9900
0.5	0.007	0.016	0.020	1586
1	0.013	0.027	0.029	304
2	0.028	0.059	0.043	110
5	0.091	0.172	0.105	21
	I δ			
0.2	2.28	3.80	4.33	9900
0.5	6.48	15.85	13.43	1586
1	3.11	6.39	5.32	304
2	2.77	5.78	3.52	110
5	1.86	3.50	1.98	21
発生地点数(N)	346	156	86	

I δ の経験的な解釈から、3草種とも小さい集中斑をもつ分布パターンを示し、特にシヨクヨウガヤツリで顕著であることが明らかとなった。

4. おわりに

本稿で取り上げた外来雑草の侵入に関するデータは主に飼料畑を中心とするものであり、実際にはその他の環境でも外来雑草の侵入が大きな問題となっている。現在、長野県を含め、寒冷地を中心に河川や林縁部においてアレチウリの蔓延が大きな問題となっている。輸入飼料に混入した雑草種子を検出した研究においてもアレチウリが混入していることが確認されており^{3,11)}、輸入穀物が侵入経路の一つであるが、その他にも侵入ルートがあると考えられる。また、一次侵入地点から二次的、三次的に分布を拡大し、分布域が急速に広まっているのが現状であるため、早急な防除対策の確立が必要である。防除対策を立てるときに、GISで分布情報のデータベースを構築しておく、分布が集中する地域と今後分布の拡大が予想される地域を効率的に選択することができる¹⁶⁾。位置情報のデータベース化は外来雑草の問題が深刻化している地域で早急に整備する必要がある。

参考文献

- 1) 浅井元朗・黒川俊二・清水矩宏・榎本 敬：輸入冬作穀物原体に混入していた雑草種子の同定，日草誌，50（別），466-467，2004
- 2) 浅井康宏：戦後帰化植物考，植物と文化，1，4-14，1971
- 3) 榎本 敬・清水矩宏・黒川俊二：外国からの濃厚飼料原体に混入していた雑草種子の同定II．注目すべき種の特徴，雑草研究，41（別），214-215，1996
- 4) 伊藤秀三編：群落の組成と構造，朝倉書店，pp121-123，1977
- 5) 黒川俊二：イチビ国内分布域の変遷，植調，34，314-320，2000
- 6) 日本生態学会編：外来種ハンドブック，地人書館，pp320-354，2002
- 7) 農林水産省技術会議事務局：強害外来雑草の蔓延防止技術の開発，研究成果，326，pp.8-69，1998
- 8) 沼田 眞：生態学論考，東海大学出版，東京，pp50-111，1986
- 9) 長田武正：原色日本帰化植物図鑑，保育社，pp4-16，1976
- 10) 清水矩宏：草地・耕地への強害外来雑草の侵入経路，植調，29，274-284，1995
- 11) 清水矩宏：最近の外来雑草の侵入・拡散の実態と防止対策，生態学会誌，48，79-85，1998
- 12) 徐 錫元・谷口 明：グルホシネートの管理機散布によるダイズ生育畦間除草の実際とその優位性，雑草研究，51（別），70-71，2006
- 13) 渡辺 修・黒川俊二・尾上桐子・吉村義則：作付けからみた飼料畑における主要外来雑草の発生と動態，雑草研究，46（別），214-215，2001
- 14) 渡辺 修，黒川俊二，佐々木寛幸，西田智子，尾上桐子，吉村義則：地理的スケールからみた外来雑草の分布と発生パターン，日草誌，48(5)，440-450，2002
- 15) 渡辺 修・黒川俊二・西田智子・佐々木寛幸・吉村義則：地域メッシュを用いた外来雑草分布構造の解析，日草誌，49（別），72-73，2003
- 16) 渡辺 修：雑草分布調査におけるGISの利用，植調，36，406-414，2003
- 17) 山口裕文編：雑草の自然史—たくましさの生態学—，北大図書，pp17-34，1997
- 18) 吉村義則：飼料作物生産における外来雑草害．，植調，33，149-158，1999
- 19) Scott A.P., L.R.Oliver.: Weed Control Programs in Drilled Glyphosate-Resistant Soybean. Weed Technology, 14 (2), 413-422, 2000

Active Invasion of Alien Weed Plants and Their Distribution State in Forage Crop Fields

Osamu WATANABE

Department of Food Production Science, Faculty of Agriculture Shinshu University

Summary

In the study of the alien weed migration in Japan, many seeds of alien weeds were found in the imported fodder crops, and import of fodder crop is thus considered to be one of the definite invasion routes of alien weed plants. The study of detailed distribution of the alien weeds species such as *Abutilon theophrasti*, *Cyperus esculentus* and *Solanum carolinense*, the noxious weeds of forage crop fields, was conducted in the range of about 20×20km area in Nasu region, by utilizing the GPS unit, and analysis of distribution pattern was made. The distribution pattern differed with the species. The occurrence of *A. theophrasti* and *C. esculentus* was almost limited in the forage crop fields, while higher than 50 percent of the occurrence of *S. angulatus*, *Xanthium occidentale* and *Ambrosia artemisiifolia* was found in non-cultivated fields. The GPS data are useful for building up a database for evaluating the future expansion of alien weeds in geographic scale, and is effectively utilizable for the protection of bio-resources and ecosystem from alien weed plants.

Key word : alien weeds, migration, forage crop field, GPS, distribution pattern