

調整池における絶滅危惧植物タコノアシ
(*Penthorum chinense* Pursh) 個体群の復元米村惣太郎¹・那須 守¹・田澤龍三¹・松原徹郎²・亀山 章³

摘要：調整池に造成された植栽基盤に絶滅危惧植物であるタコノアシ個体群の導入を播種、ポット苗植栽、自生株移植の3通りの方法で試みた。植栽基盤は現地の砂質埴壤土を用いて盛土により造成し、表面には水田表土を撒き出した。導入後の育成管理として、1年目の灌水およびタコノアシの生育を阻害すると考えられたセイタカアワダチソウ、ケイヌビエなどの選択的除去を行った。その結果、何れの導入方法でも定着出来ることが確認された。またタコノアシは発芽した年に開花・結実するとともに栄養繁殖による増殖も可能であった。導入方法としては、播種でも充分可能であると考えられるが、確実性を高めるためにはポット苗植栽法で行うことが望ましいと考えられた。

キーワード：調整池、絶滅危惧植物、タコノアシ、復元

Yonemura, Sotaro, Nasu, Mamoru, Tazawa, Ryuzo, Matsubara, Tetsuro and Kameyama, Akira:
Restoration of a vulnerable species *Penthorum chinense* population in a regulating reservoir

Abstract: This experiment was undertaken in order to introduce the vulnerable plant species *Penthorum chinense* population on the wetland planting ground at the regulating reservoir, using direct seeding, planting pot-seedlings and transplanting of the native-seedlings. The planting ground was made of the sandy clay loam and covered with the topsoil of the paddy field. As a growth management after the introduction, *Solidago altissima* L., *Echinochloa crus-galli* var. *caudata* and so on were removed selectively. It was proved that *Penthorum chinense* rooted in each way. They flowered, bore fruit and the number of population increased by vegetative propagation. The more certain way of the introduction was considered to use pot-seedlings.

Key words: regulating reservoir, vulnerable species, *Penthorum chinense*, restoration

1. はじめに

千葉県東金市における土地造成工事に関する環境アセスメントの結果、事業地内に16種類の保全すべき植物種の存在が確認された。この内、樹林性のもは残存する林地への移植により保全が図られるが、湿生植物であるタコノアシ (*Penthorum chinense* Pursh) については、工事により湿地が消失するため、その代償措置として調整池を利用して水辺に植栽基盤を造成し、そこにタコノアシ個体群を復元することが必要とされた¹⁾。

タコノアシは、かつては泥湿地や河川敷、休耕田等に普通に見られた植物である²⁾が、現在ではレッドデータブック植物I(維管束植物)(環境庁編)で絶滅危惧第II類に指定されている³⁾。春先から成長を始め、8-10月に黄白色の花を付け、9-10月に結実するという生活史を持つ多年草である。また繁殖は種子による有性繁殖と地下茎による栄養繁殖の2通りで行うとされている¹⁰⁾。

これまでに、タコノアシ個体群の保全や復元を目的として、水分条件に対する成長特性の研究⁴⁾や土壌シードバンクを用いた植生復元に関する研究¹⁾等が行われてきているが、新たに造成された場所で個体群を復元した報告はない。そこで、

今回、造成された基盤にタコノアシ個体群を植栽復元することを目的とし、タコノアシの発芽特性や生育特性等を明らかにするとともに実際の復元場所への導入を試みた。発芽特性等の一部に関しては既に報告を行なっており⁵⁾、本論文では実際の現場へ導入した結果について報告する。草本種の個体群を復元する方法としては、株の移植や播種等により植物材料を導入する方法および埋土種子の利用等が考えられる⁶⁾。ここでは地域個体群の保全という観点から、現地でも得られたタコノアシの種子や株を用いることにより、播種とポット苗および自生株の移植の3通りによる導入方法について検討を行った。

2. 方法

2.1 植栽基盤の造成

調整池は、長辺180m、短辺55mのほぼ長方形をしており、その東側短辺に半楕円状の植栽基盤を造成した(写真1)。植栽基盤の東側は丘陵斜面となっている。タコノアシを導入する常時水面以上の植栽部分の底長は約33m、半径が約12.5m、植栽面積は全部で約370m²である(図1)。調整池底面から常時水面までの高さは約3mである(図2)。丘陵斜面

¹清水建設(株)技術研究所, Institute of Technology, Shimizu corporation

²(株)地域環境計画, Regional Environmental Planning Inc.

³東京農工大学農学部, Fac. of Agric., Tokyo Univ. of Agric. and Tech.

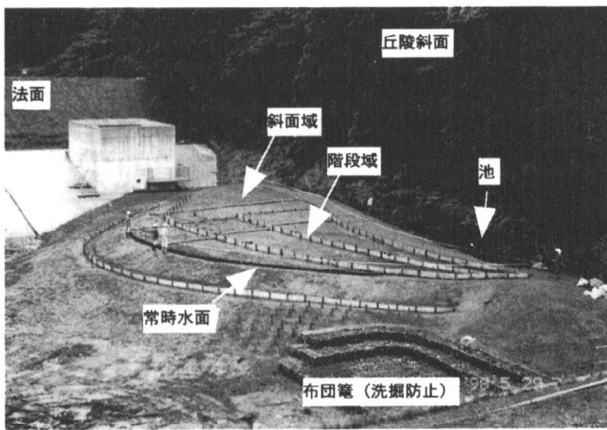


写真1 造成された植栽基盤

Photo 1 Embanked planting ground

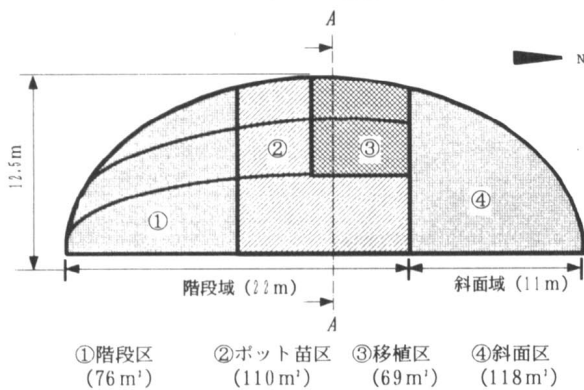


図1 植栽部分平面図

Fig.1 Plan of planting parts on embanked ground

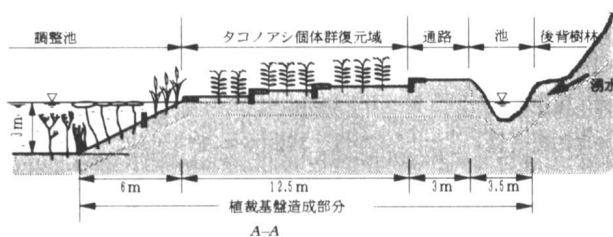


図2 植栽基盤断面図

Fig.2 Section of planting ground

側には斜面からわき出る湧水を利用して、斜面に接して小池を造成している。植栽部分は南側が水際から30cmずつ高くなる階段状(3段, 階段域), 北側は連続的に高くなる斜面状(約5度の傾斜, 斜面域)とし、水際の地形が定着や生育に及ぼす影響を見ようとした。階段域の仕切りは松矢板と松丸太および土嚢袋で行った。植栽基盤の造成には、現地発生土(下層土)を用い、盛土して土羽打ちで仕上げた。その上に養分補給と水辺植生の多様化を期待して、現地の水田土壌を約3cm厚さとなるように撒き出した。

造成した植栽基盤の土壌をタコノアシが自生している場所の土壌と比較した。比較した場所は、千葉県茂原市、市原

市、東金市の水田の周辺や休耕田である。土壌表面から10cmの深さの土壌を採取し、均質にしたものを分析試料とした。分析項目は、粒径組成(土性), pH, 全窒素, 有効態リン酸, 交換性カリウムである。土壌の採取は、1998年9月8日に行った。

導入場所の地域の温量指数は $130^{\circ}\text{C}\cdot\text{月}$ であり、暖温帯の常緑広葉樹林の分布域に当たる。年平均気温平年値は 14.7°C 、年平均降水量平年値は 1617mm である。

2.2 タコノアシの導入方法

植栽基盤にタコノアシを導入する方法として、播種、ポット苗植栽および自生株の移植の3通りの方法で実施した。播種は斜面域と階段域で行っており、他の方法は階段域で行った。以下、播種を行った斜面域を斜面区(118m^2)、階段域を階段区(76m^2)、ポット苗植栽を行った階段域をポット苗区(110m^2)、自生株の移植を行った階段域を移植区(69m^2)という(図1)。播種とポット苗の育成に用いた種子は、前年の1997年11月に現地および近隣に生育していた株から採取し、 4°C の乾燥状態で保管したものを用いた。

2.2.1 播種 タコノアシの種子は極めて小さい(1000粒で約 1mg)ため、種子だけでは均等に撒き出しにくい。そこで市販の黒土と種子を混合(黒土10Lに対し、種子1g)し、植栽基盤 1m^2 当たり、種子混合土 300ml (1m^2 当たり3000粒の種子)を撒き出した。覆土をすると発芽しないことが明らかにされているため⁸⁾、覆土は行わなかった。植栽基盤への播種は1998年5月29日に行った。

2.2.2 ポット苗植栽 5cmビニルポット(約 100ml)に市販黒土と緩効性被覆混合肥料(窒素, リン酸, カリウムを各々重量当たり10, 18, 15%含む)1gを入れ、約10粒の種子を各ポットに撒いた。これを水を張った容器に入れ、ポット底面から4cmまで腰水をした状態で屋外(東京都江東区)で生育させた。ポットへの播種は1998年3月20日に行い、途中間引きを行いながら生育させ、1998年7月6日に植栽基盤に植えた。植栽密度は、 1m^2 当たり5個体とした。

2.2.3 自生株移植 開発予定地で自生していた株と近隣休耕田の群落から土壌を含めて採取した株を移植した。植栽密度は 1m^2 当たり4-5個体とした。休耕田からの採取は、タコノアシ個体群に影響を及ぼさないように配慮して選択的に行った。

2.3 育成管理

自生株の移植後、スプリンクラーを用いて、午前と午後の各1時間ずつ調整池の水を灌水した。灌水は1年目の10月29日まで行い、それ以後は行わなかった。またタコノアシの競争種と考えられたセイタカアワダチソウとアメリカセンダングサは各月毎に抜き取りを行った。

3. 結果

3.1 植栽基盤の状況

造成した植栽基盤とタコノアシ自生地の土壌分析の結果、土性は茂原と東金が埴壤土、市原と造成した植栽基盤が砂質

植壤土であった(表1)。また全窒素は、自生地が1.2-1.7g/kgであるのに対して、植栽基盤は0.3g/kgと低かった。有効態リン酸は、自生地が4-53mg/kgであり、植栽基盤の値もその範囲内の12mg/kgであった。交換性カリウムは自生地が0.15-0.28cmol(+)/kgに対して、植栽基盤は0.58cmol(+)/kgと高かった。またpHは自生地が5.8-6.4であるのに対して、植栽基盤は7.8とややアルカリ性であった。なおこの時の調整池の貯留水のpHは8.1であった。

3.2 タコノアシの生育状況

3.2.1 播種 1998年5月29日に播種し、10日後から発芽が確認された。約2ヶ月後の7月31日に50cm×50cm(0.25m²)を1メッシュとして、発芽状況を写真に撮り、各メッシュの発芽数を計数した。0.25m²当たりの発芽数は斜面区で0-163個、階段区で0-187個の範囲であった。平均発芽数は、斜面区35個、階段区52個であり、平均発芽率(実生数/播種数)は、斜面区で4.6%、階段区で7.0%であった。0.25m²当たりの発芽数を区間幅25個として相対度数分布を求めた(図3)。Kolmogorov-Smirnovの2試料検定法で検定した結果、斜面区と階段区では有意水準1%で階段区の方が発芽数が多いと判定された。観察の結果では、水の流れ道になったと考えられる場所や水がたまったような場所では、発芽数が少なかった。播種した年の11月に階段区と斜面区で生育の良かった箇所を3カ所ずつ50cm区画で刈り取り、その中のタコノアシの全個体数(植物体の地上部が独立したものを1個体とした)、開花個体数、全結実花数(種子が形成された花の数)、各区上位10個体の草高について計測した。分散分析の結果、何れも階段区と斜面区では有意な差は見られなかった(表2)。また、階段区の1区画における各個体の草高を計測した結果、10-70cmの範囲に分布した。開花個体は草高が30cm以上であり、50cm以上になるとほとんどが開花した(図4)。階段区と斜面区に設定した2個ずつのコドラート(0.5m×0.5m)の草高上位10個体の1年目の平均草高は約40cmまでしか達しなかったが、2年目には平均草高が約70cmと95cmになり、ほとんどの個体が開花した(図5)。草高上位10個体の1個体平均結実花数は1年目が階段区51個、斜面区40個、2年目は階段区62個、斜面区101個であった(図8)。0.25m²当たりの個体数は、階段区で102個体から173個体に、斜面区で49個体から128個体に増加した。

3.2.2 ポット苗植栽 ポット苗は播種後、3ヶ月間生育させて、7月6日に532個体の植栽を行った。植栽時の草高は、10-34cm(平均22cm、標準偏差6.4cm)であった。その後の観察の結果、植栽したポット苗は全て活着したことが認められた。ポット苗区に設定した2個のコドラート(1m×1m)内のタコノアシの1年目の草高は植栽後の7月後半から8月後半にかけて大きく伸長し、9月後半には平均草高が80cmと81cmになった。2年目は3月前半に出芽し、9月後半の平均草高は80cmと88cmになり1年目とほぼ同じ高さであった(図6)。また1年目の開花は8月後半から始まり、風等の原因により折れたもの以外は全て開花し、結実した。2年目は1年目より早く、7月後半から開花が見られた。結実花数は1個体当たり1年

表1 土壌分析結果

Table 1 Results of soil analysis

項目	単位	植栽基盤	茂原	市原	東金
土性	-	砂質植壤土	植壤土	砂質植壤土	植壤土
全窒素	/kg	0.3	1.2	1.7	1.2
有効態リン酸	mg/kg	12	31	53	4
交換性カリウム	cmol(+)/kg	0.58	0.15	0.15	0.28
pH	-	7.8	5.9	6.4	5.8

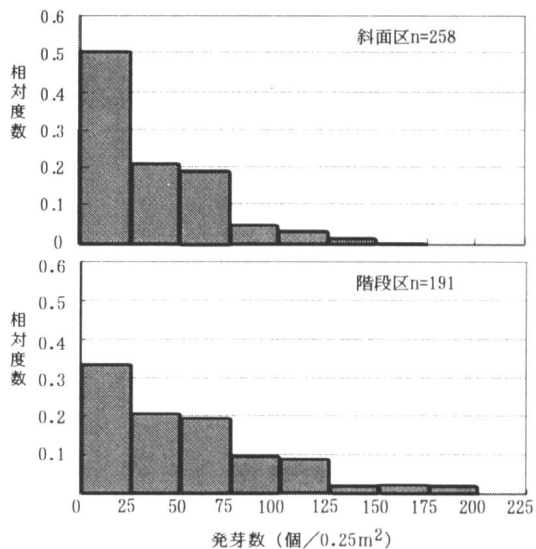


図3 発芽数の相対度数分布

Fig.3 Histogram of germination numbers

表2 播種からの生育状況 (0.25m²当たり)

Table 2 Growth of seedling

項目	階段区	斜面区
全個体数	143 ± 55	74 ± 31
開花個体数	22 ± 4	20 ± 9
結実花数 (個)	548 ± 302	663 ± 387
上位10個体草高 (cm)	51 ± 6	54 ± 4

mean ± SD

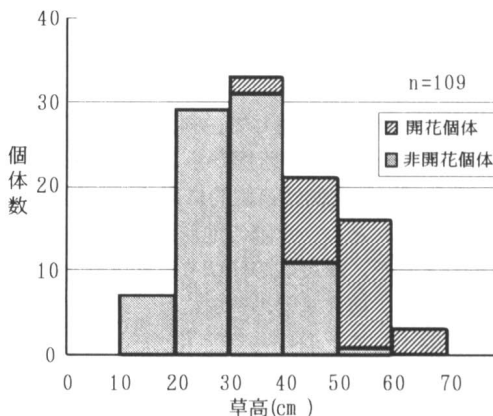


図4 草高分布

Fig.4 Histogram of plant height

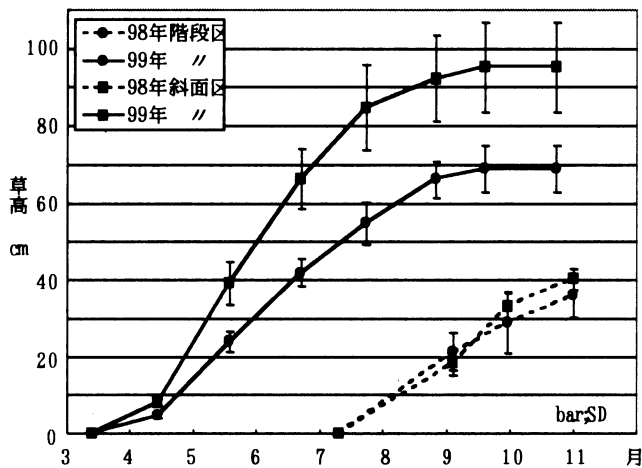


図5 階段区, 斜面区における成長状況
Fig.5 Growth curve on the stairs plot and the slope plot

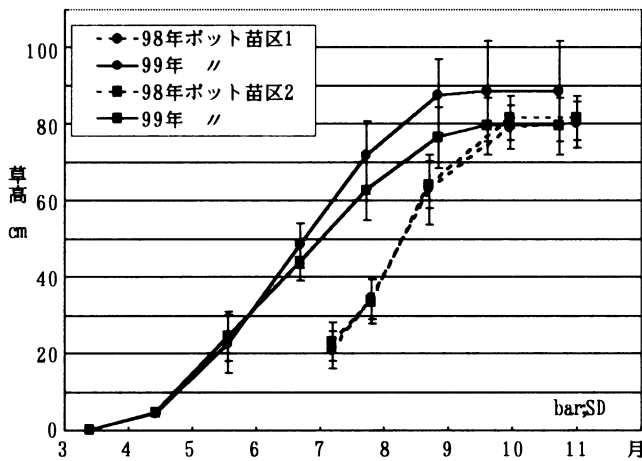


図6 ポット苗区における成長状況
Fig.6 Growth curve on the pot-seedlings plot

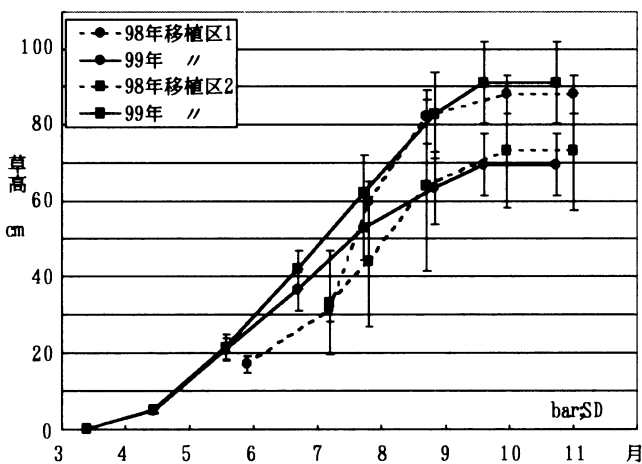


図7 移植区における成長状況
Fig.7 Growth curve on the transplanting plot

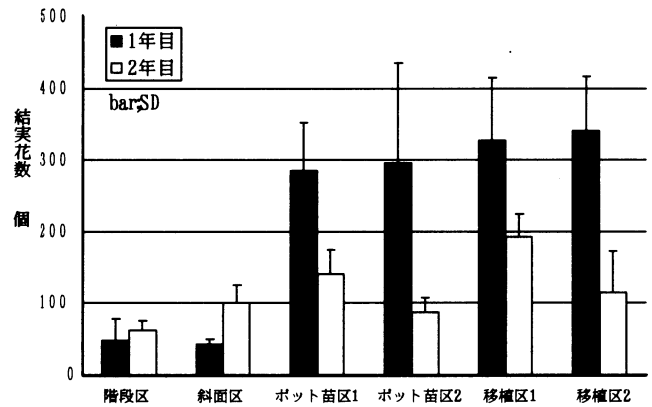


図8 1年目, 2年目の結実花数
Fig.8 Numbers of fruit-bearing flowers in the first and second year

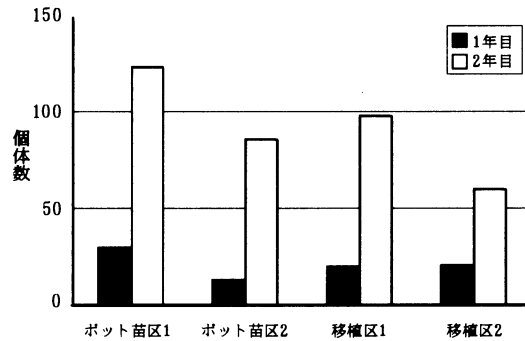


図9 1年目, 2年目の個体数
Fig.9 Numbers of individuals in the first and second year

目が平均286個, 296個であったが, 2年目は140個, 87個となった(図8)。また地下茎より栄養繁殖で増えた個体数は, 1年目で1個体当たり平均5個体, 2.6個体であり, その年の10月には1㎡当たりの数が30個体, 13個体が増え, 更に2年目の春には124個体, 86個体となった。しかし個体数はその後, 増加しなかった(図9)。

3.2.3 自生株移植 開発予定地に自生していた株と近隣休耕田の群落から1998年5月28日に土壌ごと採取した株140個体を, 翌日に植栽基盤に移植した。移植時の草高は, 12-34cm(平均19cm, 標準偏差4.7cm)であった。その後の観察の結果, 移植した自生株は全て活着した。移植した自生株の1年目の草高は, 7月中の伸長が大きく, 9月後半には平均草高が72cmと82cmになった。2年目もほぼ同程度の草高に達した(図7)。開花は8月初めから始まり, 8月中旬には全て開花し, 結実した。1個体当たりの平均結実花数は1年目が327個, 340個であったが, 2年目は192個, 116個とポット苗の場合と同様に減少した(図8)。また栄養繁殖で増えた個体数は, 1年目で1個体当たり平均5個体, 4.2個体であり, その年の10月には1㎡当たりの数が20個体, 21個体と増え, 更に2年目の春には98個体, 60個体となった。しかし移植区でも個体数はその後, 増加しなかった(図9)。

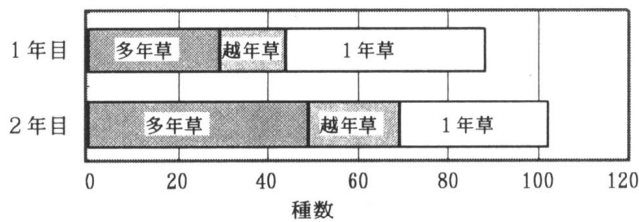


図10 出現した1年草, 越年草, 多年草の種数

Fig.10 Species numbers of annual, winter annual and perennial plant in the first and second year

表3 1年目, 2年目の被度上位5種

Table 3 5 upper ranks of dominant species in coverage in the first and second year

順位	1年目		2年目	
	8月	10月	5月	9月
1	ケイヌビエ 11.1	コフナガサ 4.6	オオアレチノギク 7.7	ヒロハホウキギク 13.8
2	イヌビエ 3.0	ケイヌビエ 1.6	イ 1.6	イヌビエ 5.2
3	コフナガサ 0.7	アセガヤツリ 1.2	ヒロハホウキギク 1.5	コフナガサ 2.4
4	アセガヤツリ 0.5	カラスガサ 0.9	トキワハセ 1.4	イ 0.6
5	アセガヤツリ 0.5	トキンソク 0.2	カヤツリガサ 0.5	ヒメムカシヨモギ 0.5

単位; %

3.3 他の植物の生育状況

ポット苗区と移植区にコドラート (1m×1m, 12個) を設置し, 植生調査を行った。植物種は1年目で88種, 2年目では102種が記録された。1年目の出現種は1年草44種, 越年草15種, 多年草29種, 2年目は1年草33種, 越年草20種, 多年草49種となり, 1年草が減少し, 多年草が増加した (図10)。なお植物種の生活型の分類は沼田ら⁶⁾を主とし, 記載のないものは牧野⁵⁾によった。これらの出現種の内, 1年目8月, 10月の平均被度 (単位; %, 種ごとの被度合計値/コドラート数) の上位5種は全て1年草であった。1年目8月にはケイヌビエ, イヌビエの生育が大きく, タコノアシの生育を阻害すると考えられたため, これら2種の刈り取りを行った。また2年目には5月に越年草のオオアレチノギクが大きな被度を示していたが, 7月の5日間にわたる冠水以後, ほとんど枯死した。9月にはヒロハホウキギクの生育が目立つようになり, イヌビエも再び生育が見られた。多年草の種数は2年目で増えたが, イ以外の平均被度の上位種は1年草, 越年草であった (表3)。

4. 考察

絶滅危惧植物であるタコノアシ個体群の導入を調整池の水辺に新たに造成された植栽基盤に播種, ポット苗植栽, 自生株の移植の3通りの方法で試みた。

播種では, 斜面区で4.6%, 階段区で7.0%の平均発芽率であった。播種に用いたタコノアシ種子の発芽率は90%以上で

あることが確認されていることから⁸⁾, 植栽基盤で発芽率が低かった理由は, 種子が極めて小さく, また覆土をしていないため, 雨水やスプリンクラーの灌水等の水流によりほとんどの種子が流亡したためと考えられた。階段区の方が高い発芽率が得られたことから, 植栽基盤形状としては階段状の方が有利であるが, 更に高い発芽率を得るために灌水方法等も水流の起こりにくい方法で行う必要があると考えられた。しかし生育の良いところでは, 0.25m²当たり100以上の個体数が得られ, また播種した年に開花・結実した。播種時期が早ければ, さらに成長も大きく結実花数も増えるものと考えられる。このことから播種によるタコノアシ群落の復元は, 他の方法に比べれば確実性は低い, 充分可能であると考えられた。またタコノアシは埋土種子としての存在が報告されているが¹⁾, 何らかの攪乱により埋土種子が地表に現れた場合に群落成立の可能性が示唆された。

ポット苗植栽, 自生株の移植では, 全ての個体が活着したことが確認された。またポット苗も自生株と同程度の草高に生育し, その年の内に開花・結実した。また自生株と同様に栄養繁殖により1年間で個体数が10-20倍に増殖した。これらからポット苗も自生株と同程度の繁殖能力を持つことが分かった。ポット苗の育成は水を張った容器に腰水をした状態で行ったが, この方法で生育させることで草高10-20cmの苗を得ることが出来た。従って, 復元に利用できる種子の数が限られている場合, ポット苗を育成し, それを現地に植栽する方法がより確実な導入方法であると考えられた。

導入後の管理として, タコノアシを生育させるために競争種となる植物と考えられたセイタカアワダチソウとアメリカセンダングサは選択的に抜き取りを行った。また1年目には, ケイヌビエ, イヌビエが繁茂し, タコノアシの生育を阻害している状況が見られたため, これらを刈り取った。1年目に他の植物でタコノアシの競争種となるものは今回使用した水田土壌から生育したものには見あたらなかった。2年目にはオオアレチノギクが大きな被度を示していたが, 冠水したことで枯死したことから抜き取り等を行う必要はなかった。これに代わり, ヒロハホウキギク, イヌビエの生育が2年目夏以降大きくなった。ヒロハホウキギクは種子による繁殖力も極めて大きく, 水没にも耐え, 萌芽力も強い, 今後の影響を見る必要がある。これまでの知見や今回の結果から, 導入後の植生管理としては, セイタカアワダチソウ, アメリカセンダングサ, ケイヌビエ, イヌビエについては排除する必要があると考えられた。

導入後, 2年目のタコノアシの平均草高は1年目より高いかほぼ同等であった。また個体数は増加したが, 結実花数はポット苗区と移植区でかなり減少した。この原因としては, 7月に冠水したことによるもの, また植栽基盤の土壌の全窒素が低いこととpHがややアルカリ性でありこれがタコノアシの成長に影響を及ぼしていること, 個体数が増加したことによる密度効果に伴う減少などが考えられる。結実花数を含むタコノアシの成長に及ぼす環境条件の影響を, 今後検討する必要がある。

5. 今後の課題

播種およびポット苗、自生株の移植により、タコノアシを導入できることが確認されたが、タコノアシは攪乱依存種であるとされており、同じ場所で存続するためには、何らかの人為的管理が必要になると考えられる。今後、ヨシ等の侵入も考えられ、群落の実際的な維持管理手法やメタ個体群としての保全方法を検討していく予定である。

引用文献

- 1) 今橋美千代・鷺谷いづみ (1996) 土壌シードバンクを用いた河畔冠水草原復元の可能性の検討, 保全生態学研究, 1 (2/3) : 131-147
- 2) 岩槻邦男編 (1992) 滅びゆく日本の植物50種, 築地書館, pp.119-121
- 3) 環境庁編 (2000) 改訂・日本の絶滅のおそれのある野生生物レッドデータブック 8 植物 I (維管束植物), 自然環境研究センター, 660pp.
- 4) 木村保夫・鈴木正幸・大野啓一・高久景一 (1999) タコノアシの生活史と異なる水分条件に対するその成長特性, 水草研究会報, 66 : 15-18
- 5) 牧野富太郎 (1989) 改訂増補牧野新日本植物図鑑, 北隆館, 1453pp.
- 6) 沼田真・吉沢長人編 (1978) 新版日本原色雑草図鑑, 全国農村教育協会, 414pp.
- 7) 東金市小野山田土地区画整理組合設立準備委員会 (1994) 東金市小野山田土地区画整理事業に係る環境影響評価書, 665pp.
- 8) 米村惣太郎・那須守・田澤龍三・逸見一郎・松原徹郎 (2000) 絶滅危惧植物タコノアシ群落の保全に関する基礎的研究, 日本緑化工学会誌, 25 (4) : 317-320
- 9) 鷺谷いづみ・矢原徹一 (1996) 保全生態学入門, 文一総合出版, pp.226-230
- 10) (財)リバーフロント整備センター (1996) 川の生物図典, 山海堂, pp.108-109

(2001.6.16.受理)