畦畔植生の修復に向けた表土移植手法の検討

七海絵里香¹⁾・大澤啓志^{*2)}

1) 日本大学大学院生物資源科学研究科

2) 日本大学生物資源科学部

摘要: 畦畔植生の修復を目的に、既存の圃場基盤整備畦畔に他の畦畔表土を移植する手法について検討した。栃木県市貝町の畦畔表土を用い、30 cm 四方の表土ブロックを深さ 5 cm および 10 cm あるいはマット状および攪拌して移植する条件区を設定し、その後の発芽・出芽状況を記録した。種数には大きな差は認められず、全体に帰化率も低かった。生活型による優占度では、マット区の方が攪拌区よりも在来種多年草の割合が高く、これはマット区ではシバが多くなったこと、また攪拌区では一年草の埋土種子が多く発芽したことによる。ただし、種組成的には類似していた。また、採取表土の深さによる差はほとんど認められなかった。

キーワード: 表土移植, 畦畔, 半自然草地, 圃場基盤整備

1. 研究の背景と目的

農村域の重要な緑地要素として水田畦畔があげられる。水田耕作における湛水域の形成に不可欠の要素であるだけでなく、水田を取り巻く半自然草地として景観的そして生態的にも農村を特徴付けている。しかしながら、今後、我が国の農村域では、①中山間地の人口減少に伴う管理放棄地の増加と、②平地水田域での集約合理システム型の圃場の拡大が予想される。地域の生物多様性保全や地域景観保全の見地からは、前者における畦畔を含む半自然草地での希少種や脆弱な立地の保全、後者で卓越する圃場基盤整備水田の畦畔における外来種防除と在来植生回復が課題となる。本研究では、後者における在来植生回復に向けた表土移植手法を検討した。

一般に、基盤整備が入ると畦畔植生は種多様性が低下し、外来植物の増加及び在来野草類の減少が生じるとされる^{3,8,10,11)}。その要因については必ずしも十分に明らかにされてはいないが、土壌の攪乱^{8,10)}や周辺からの在来種の種子供給の低下^{8,11)}、乾田化による畦畔の乾燥化³⁾、外来植物の優占³⁾等が指摘される。これに対し、在来野草が多く多様性の高い畦畔植生の回復に向けた修復技術としては、例えば基盤整備時に整備前の表土を撒くといった緑化技術が報告されている⁷⁾。また、畦畔表土を用いた法面緑化も試行されている⁴⁾。本報告では、既存の基盤整備畦畔に他の畦畔表土を移植する

手法について検討する。これは植生移植における表土のブロック移植⁶⁾に相当するものであり、特に雑木林の林床植生の移植等で施工事例が多い⁹⁾。しかし、畦畔植生回復に向けた表土のブロック移植と通常の表土移植（ブロック状にはしないで攪拌した表土の移植）における成立植生の差異についての知見はほとんどなく、本研究はその差異を把握することで、より効果的な表土移植手法を検討することを目的とした。

2. 研究方法

良質な畦畔植生の成立していた畦畔表土を用いて、神奈川県藤沢市の日本大学圃場で試験を行った。用いた表土は、栃木県市貝町大字市塙の県営土地改良区圃場整備事業により造成される谷戸水田の畦畔より、2011 年 11 月 7-8 日に採取した。表土採取畦畔は東西に走る谷戸の南側の水路沿いの縦畦で、水路を挟んだ法面にススキクラスの種が多く生育する良質な半自然草地が成立しており、この畦畔植生も比較的種組成が良好と判断された。表土の採取は水路沿いの縦畦約 30 m の範囲内より任意の地点の天端部分の表土で行い、自作した 30 cm 四方枠の角筒型の表土採取器を用い、縦横 30 cm 四方×深さ 20 cm 程度の表土ブロックとして搬出した（写真・1）。表土ブロックは乾燥しないよう搬送し、翌 11 月 9 日に圃場で試験に供した。

試験は、まず搬送した表土ブロックの下部を切って地表からの深さ 5 cm と 10 cm のマット状のものを用意した。次いで①マット状の表土のまま用いたマット区、および②マットを砕き攪拌して用いた攪拌区の 2 区分、計 4 条件（5 cm マット区、10 cm マット区、5 cm 攪拌区、10 cm 攪拌区）を設定した。試験は、圃場に 30 cm 四方で深さ 5 cm、10 cm の直方体の穴を掘り、周囲からの地下茎等による侵入を抑える板を四方に立てた中に、マット状および攪拌土壌を設置した。各条件 5 反復とし、また試験地である圃場由来の植物を把握するため、市販の無種子の黒土を設置した同じサイズの区画を隣接して 2 つ設置した。さらに、設置後の周囲からの散布種子の影響を抑えるため、これら計 22 区画を透光率 90 % の微細目の寒紗で覆った。試験中は、適宜灌水を行った。

* 連絡先著者: E-mail : osawa.satoshi@nihon-u.ac.jp 〒252-0880 神奈川県藤沢市亀井野 1866

写真-1 表土ブロックの採取方法

写真-2 移植試験表土の植被状況の経過の例

表-1 各条件区の平均植被率の推移

	5cmマット区	10cmマット区	5cm攪拌区	10cm攪拌区
4月中旬	35%	51%	20%	8%
5月下旬	90%	96%	50%	40%
7月上旬	98%	100%	78%	90%

調査は2012年の春季から初夏までとし、4月中旬、5月下旬、7月上旬の3回行った。4・5月は種の記録に止め、7月には種毎に個体数を計数した。その際、根茎を引く種については、地上部のシュート数を計数した。また、各回とも植被率も記録した。

3. 結果

結果の解析にあたっては、隣接して設置した黒土のみの2区画に出現した種は除いて行った。これらの中には、移植表土から発芽・出芽した可能性のあるものとして、スギナ (*Equisetum arvense* L.)、メヒシバ (*Digitaria ciliaris* (Retz.) Koel.)、タネツケバナ (*Cardamine flexuosa* With.)、コニシキソウ (*Euphorbia supina* Rafin.) 等も認められたが、移植表土設置後の周囲からの種子散布や地下茎等による侵入個体との区別が困難と判断したためである。

3.1 植被率および種数・個体数

平均植被率 (n=5) の推移では (写真-2)、マット区が4月で35~51%、5月時点で既に90~96%と早い被覆を示し

図-1 各条件区の平均種数

図-2 各条件区での在来種・外来種および生活型別の優占度

たのに対し、攪拌区では5月時点でも40~50%と低く、7月でようやく78~90%にまで増加した (表-1)。

種数については、7月時点では消失していても、4・5月の調査で確認された種も加えた値で条件毎の平均種数を求めた (図-1)。その結果、いずれの条件区でも平均は22.0~24.0種であり、平均種数の差はほとんど見られなかった。

調査終了時である7月時点の個体数は、5cm マット区が平均259.0個体 (最小~最大: 224~311個体)、10cm マット区が平均239.0個体 (202~356個体)、5cm 攪拌区が平均226.7個体 (214~337個体)、10cm 攪拌区が平均181.4個体 (104~258個体) であった。マット区の方が平均個体数は高い傾向であったが、これはシバ (*Zoysia japonica* Steud.) の地上部シュート数の多さが影響しており、5cm マット区では3区画で95~138本、10cm マット区でも3区画で77~255本認められた。

3.2 在来/外来および生活型別の優占度

7月時点の個体数から、外来種および在来種的生活型別で優占度 (個体数割合) を算出した (図-2)。その結果、多年草の在来種の優占度が5cm マット区で平均52.7%、10cm マット区で平均51.8%であったのに対し、5cm 攪拌区で平均24.7%、10cm 攪拌区で平均20.5%と攪拌区に比べてマット区は多年草の在来種の優占度が高くなっていた。ただし、これには先述のシバのシュート数の多さが影響しており、マ

表-2 出現種一覧及び出現常在度

種 名	マット区		攪拌区		生活型
	5cm	10cm	5cm	10cm	
コウオキリ	V	V	V	V	一年草
キツネノマゴ	V	V	V	V	一年草
ハイヌメリ	V	V	V	V	一年草
スカホ	V	V	V	III	一年草
スズメノヒエ	IV	V	V	V	多年草
コブナグサ	V	IV	IV	V	多年草
ヤハスソウ	III	II	V	I	一年草
ヒメカンソウ	III	III	IV	V	一年草
キンエノコロ	III	IV	IV	II	一年草
ハルシオン*	II	IV	IV	II	多年草
トクダミ	IV	III	II	II	多年草
カキトオン	IV	III	III	I	多年草
ヒメシヨオン*	IV	II	II	I	多年草
オランダミミナグサ*	III	IV	I	I	一年草
ミノスミ	II	IV	II	I	一年草
コナスビ	II	IV	II	III	多年草
ミツバ ツチグサ	III	II	III	IV	多年草
ノハラアサミ	III	III	I	III	多年草
カヤツリグサ科 sp.1	III	II	II	II	—
ヒメシダ	III	II	II	I	多年草
ムラサキサギゴケ	II	II	I	II	多年草
イヌコウジュ	I	II	I	I	一年草
ミミナグサ	I	I	I	I	一年草
メトハキ	IV	II	II	II	多年草
カニツリグサ	III	II	II	II	多年草
コウヤワビ	I	I	I	—	多年草
エノキグサ	II	I	—	IV	一年草
ツボ スミレ	III	I	—	II	多年草
コモチマンネングサ	II	III	—	II	一年草
チカヤ	I	II	—	II	多年草
ヒメヒラテツキ	III	—	III	IV	一年草
イヌタデ	I	—	I	I	一年草
ヒメヨツバ ムグラ	I	—	I	I	多年草
カリマタカヤ	—	II	I	V	一年草
ヒメクク	—	I	I	III	多年草
アキノウナギ ツカミ	—	I	I	III	一年草
ツユクサ	—	I	I	I	一年草
ヘビイチゴ	III	—	—	—	多年草
カラスノエンドウ	I	—	I	—	一年草
ミゾカクシ	—	II	—	I	多年草
トダシバ	—	I	—	II	多年草
タケニグサ	—	—	—	I	多年草
シバ	IV	III	—	—	多年草
タチイヌノクグリ*	II	I	—	—	一年草
ヒヨドリバナ	I	II	—	—	多年草
スズメノヤリ	I	I	—	—	多年草
オオチドメ	III	—	—	—	多年草
ススキ	II	—	—	—	多年草
トシヨウツナギ	I	—	—	—	多年草
オドコロ	I	—	—	—	多年草
ヌマトラノオ	I	—	—	—	多年草
ウシノケグサ	I	—	—	—	一年草
ハンカグサ	I	—	—	—	一年草
フタナ *	I	—	—	—	多年草
セイコウアワダチソウ *	—	III	—	—	多年草
オニタビラコ	—	II	—	—	一年草
ヤブタビラコ	—	I	—	—	一年草
アシボソ	—	—	II	II	一年草
アキメヒンバ	—	—	II	I	一年草
ヨモギ	—	—	I	I	多年草
オオシシハリ	—	—	I	I	多年草
トラノオシダ	—	—	I	I	多年草
ナカハグサ *	—	—	III	—	多年草
オトコシ	—	—	II	—	多年草
シラヤマキク	—	—	II	—	多年草
ヨメナ	—	—	II	—	多年草
イストウバナ	—	—	II	—	多年草
ツメクサ	—	—	II	—	一年草
コハキホウシ	—	—	I	—	多年草
オトキリソウ	—	—	I	—	多年草
ヤエムグラ	—	—	I	—	多年草
スズメノカタビラ *	—	—	I	—	一年草
オヒシバ	—	—	I	—	一年草
スズメノテッポウ	—	—	I	—	一年草
ヒトリコ	—	—	I	—	一年草
カヤツリグサ	—	—	I	—	一年草
シロツメクサ *	—	—	I	—	多年草
イネ科 sp.1	—	—	I	—	—
ハハコグサ	—	—	—	II	一年草
効サフロウ	—	—	—	II	一年草
オオハコ	—	—	—	I	多年草
カントウタンホ *	—	—	—	I	多年草
ウシクサ	—	—	—	I	一年草
イヌビエ	—	—	—	I	一年草
イホクサ	—	—	—	I	一年草
セイヨウタンホ *	—	—	—	I	多年草
キキョウソウ *	—	—	—	I	一年草
イネ科 sp.2	—	—	—	I	—
カヤツリグサ科 sp.2	—	—	—	I	—

注1: I ~ V は出現常在度 (n=5)

注2: * は帰化植物

ット区の多年草在来種の優占度において、シバの占める割合が多くなっていた (5 cm マット区: 53.0 %, 10 cm マット区: 67.6 %)。なお、木本植物は確認されなかった。

3.3 出現種および出現常在度

各条件区で確認された植物種とその常在度を表-2 にまとめた。全体で計 89 種が確認され、その内一年草在来種は 34 種、多年草在来種は 40 種、帰化種は 11 種、不明種は 4 種であった。各条件区の帰化率は平均で 6.8~12.7 % であり、全体的に低い値であった。いずれの条件区でも常在度が高かった種は、コケオトギリ (*Hypericum laxum* (Blume) Koidz.)、キツネノマゴ (*Justicia procumbens* L. var. *leucantha* Honda form. *japonica* (Thunb.) H.Hara)、ハイヌメリ (*Sacciolepis indica* (Linn.) Chase.)、ヌカボ (*Agrostis clavata* Trin. subsp. *matsumurae* (Hack. ex Honda) Tateoka)、スズメノヒエ (*Paspalum thunbergii* Kunth ex Steud.)、コブナグサ (*Arthraxon hispidus* (Thunb.) Makino) であり、スズメノヒエを除き、一年草 (在来種) であった。全体に水田畦畔に普通な種組成であり、マット区と攪拌区での著しい種組成の差異は認められなかった。マット区と攪拌区の片方のみの条件区で出現した種も認められ、マット区のみが 15 種、攪拌区のみが 32 種と攪拌区で多くになっていたが、大半は常在度 I ~ II と低い出現頻度であった。それらの生活型を比較すると、一年草 (在来種) がマット区で 4 種、攪拌区で 12 種であり、攪拌区のみで発芽する一年草が比較的多くなることが示された。一方、多年草はマット区で 11 種、攪拌区で 15 種であり、攪拌区で若干多かったものの大きな差は認められなかった。

4. 考察

2 つの移植方法による種組成や生活型優占度の違い、すなわち成立植生の違いは、マット区は現存植生のままの空間移動 (ただし、一定深度以下は除去) であるのに対し、攪拌区は埋土種子集団と地下茎・根等の地下器官の撒き出しとなることである。例えば、耕作放棄地ヨシ群落では現存植生と埋蔵土種子による潜在的植物相は異なることが報告されている¹⁾。本研究の結果では、マット区での多年草在来種の優占度が高く、攪拌区では一年草の優占度が高くなっていた (図-2、表-2)。これはマット区では多年草が含まれる現存植生 (の根系群) が維持されたまま移植先に定着したのに対し、攪拌区では移植元の植生が攪乱されたことで埋土種子の発芽条件が有利になり、特に一年草が多く発芽したためと考えられる。また、7 月上旬の植被率や出現種数では移植方法による大きな差は見られなかった (表-1、図-1) もの、5 月下旬までは攪拌区の植被率が低い状態であった。このため、多年草を含み根系による土壌緊縛による安定した植生を早期に形成するには、マット状での移植が有効であると考えられる。ただし、マット状を維持したままの運搬や植え付けには、移植表土のより丁寧な扱いが求められるため、コスト面ではやや増

すことになる。

採取表土の深さについては、深さによる個体数・種数・種組成に大きな差異は認められず(図-1・2、表-2)、加えて全体に帰化率は低くなっていた。優占度でも、5 cm 撈拌区で帰化植物がやや多くなっていたものの全体に低い割合であった(図-2)。越水ら(1998)⁵⁾は休耕田の埋土種子の発芽試験で、0~5 cm と 5~10 cm では個体数・種数に大きな差異は認められないが、0~5 cm では帰化植物が多くなることを報告している。本結果の帰化植物の低さは周囲の開発状況等による帰化植物の生育量の差異(すなわち種子散布量の差異)が関与している可能性が残るが、畦畔の撈拌表土を用いる場合、採取表土の深さは5 cm あるいは10 cm での差は無いことが本研究より示された。また、マット区でも採取深度による差は認められず、これは畦畔という草刈り頻度の高い立地では、根系の深くなる大型の多年草がそもそも生育し難いためと考えられる。このため、表土運搬や一時保管に対する省力化・低コスト化を考慮すると、5 cm 程度の深さの表土でも利用上は問題ないと考えられる。

最後に、本研究では縦畦の表土で試験を行ったが、これは隣接法面に位置する良質な半自然草地からの種子散布等が想定されるためである。例えば、伊藤・加藤(2007)²⁾は、水田に挟まれた中畦に対し、谷戸斜面下部の水路と水田に挟まれた縦畦は種組成的には類似するものの、斜面部からの種子散布等によりやや種数が豊富になることを報告している。本研究では中畦との比較は行っていないが、全体に帰化率は低く、ミツバツチグリ(*Potentilla freyniana* Bornm.)、ノハラアザミ(*Cirsium oligophyllum* (Franch. et Savat.) Matsum.)、トダシバ(*Arundinella hirta* (Thunb.) C. Tanaka)、オトギリソウ(*Hypericum erectum* Thunb.)、シラヤマギク(*Aster scaber* Thunb.)、スズメノヤリ(*Luzula capitata* (Miq.) Miq.)、ヒヨドリバナ(*Eupatorium chinense* L.)といったススキクラスの種が認められている(表-2)。畦畔での在来植生回復においては、これらの良質な半自然草地の要素が含まれる点は評価されるべきと考える。そのためには、現地での事前調査による検討を踏まえる必要があるが、特に谷津田域では隣接する法面・斜面下部が適正な管理が行われている縦畦の表土を用いるのが望ましいと考えられる。ただし、表土採取圧が著しく高いと採取元の植生の貧弱化を招く恐れもあるため、それに対する配慮が要る。一方、本試験のよう、圃場基盤整備事業で消失が避けられない畦畔表土の活用も、今後積極的に進めるべきであろう。

本研究では、圃場基盤整備水田の畦畔植生の修復に向けた表土移植の施工方法として、ブロック土壌(マット区)および撈拌土壌(撈拌区)の比較を、採取土壌の深さも加味して検討した。今後は、実際に畦畔への表土移植を行うことで、その後の移植表土植生の成立状況や隣接畦畔植生へのインパクト(移植表土植生からの地下茎・ランナーや種子散布による種の供給)、あるいはそれらに対する畦畔管理の影響等を

検証する必要がある。

謝辞：小貝川中部土地改良区の小森端男氏、青木正夫氏には表土採取に便宜を図って頂いた。神奈川県公園協会の小島仁志氏、日本大学大学院の芦澤航氏には表土採取及び試験区画設置に協力頂いた。農村工学研究所の嶺田卓也氏、農業環境技術研究所の楠本良延氏、東京大学の久保保悟氏、山田晋氏には本試験に対する有益な助言と表土採取に協力頂いた。記してお礼申し上げる。また本研究は、科学研究費補助金(基盤研究(C)) #23580051、代表者：大澤啓志)の成果の一部である。

引用文献

- 1) 日置佳之・水谷義昭・太田望洋・館野真澄・鈴木明子(2001) ヨシ群落の潜在的植物相の把握に関する研究, ランドスケープ研究, 64(5): 565-570.
- 2) 伊藤浩二・加藤和弘(2007) 谷津田周辺に存在する各種半自然草地の植物種組成からみた相互関係, ランドスケープ研究, 70(5): 449-452.
- 3) 伊藤貴庸・中山祐一郎・山口裕文(1999) 伝統的畦畔と基盤整備畦畔における植生構造とその変遷過程, 雑草研究, 44(4): 329-340.
- 4) 柏原一凡・佐藤治雄・森本幸裕(2000) 畦畔表土利用による植生回復の初期状況 - 福井県中池見の法面緑化の事例として -, 日本緑化工学会誌, 25(4): 379-384.
- 5) 越水麻子・荒木佐智子・鷺谷いづみ・日置佳之・田中隆・長田光世(1998) 土壌シードバンクを用いた谷戸植生復元に関する研究, 保全生態学研究, 2(3): 189-200.
- 6) 増田拓朗(2005) 環境林の造成, 日本緑化工学会編, 環境緑化の辞典, 朝倉書店, pp.193-198.
- 7) 小笠原勝(2007) 水田畦畔法面の緑化技術, 水谷正一編, 農村の生きものを大切にする水田生態工学入門, 農文協, pp.141-143.
- 8) 大窪久美子・前中久行(1995) 基盤整備が畦畔草地群落に及ぼす影響と農業生態系での畦畔草地の位置づけ, ランドスケープ研究, 58(5): 109-112.
- 9) 養父志乃夫(2006) ビオトープ再生技術入門, 農文協, 199pp.
- 10) 山口裕文・梅本信也・前中久行(1998) 伝統的水田と基盤整備水田における畦畔植生, 雑草研究, 43(3): 249-257.
- 11) 山戸美智子・服部保・浅見佳世(1999) 兵庫県三田市の基盤整備地と非整備地における畦畔法面上のチガヤ群落の比較, 雑草研究, 44(3): 170-179.

(2013. 6. 3 受理)