

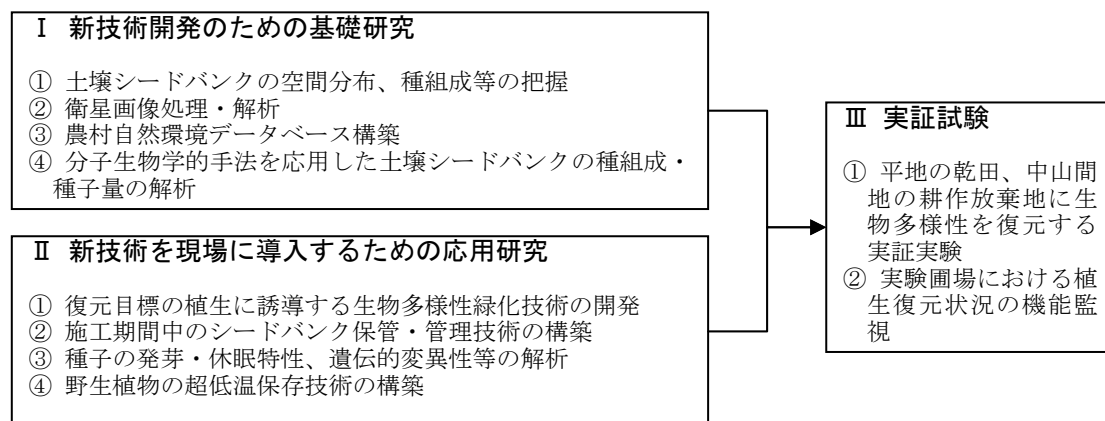
様式 1

研究成果報告書

研究課題名	土壌シードバンクを利活用した自然再生・ミティゲーション技術の開発
研究開発組合代表者名	福井県土地改良事業団体連合会

1. 研究目的（研究開発の概要図等添付）

近年、土壌シードバンクを利活用した生物多様性緑化技術が着目されているものの、土壌シードバンクの空間分布や休眠・発芽特性等に関する基本的な知見が乏しく、農業農村整備事業の保全対策として講じられる自然再生事業等の緑化材料としては、積極的に利活用されていない。土壌シードバンクを積極的に利活用した自然再生・ミティゲーション技術の開発を行うことにより、地域の生物多様性、農村生態系および景観に配慮しながら、低コストかつ効率的に農村生態系の再生、ビオトープ造成等の植生復元が実施できるようになることが期待できる。



本研究開発の概要図

2. 研究内容

本事業では、土地改良事業における農村環境・農村生態系の保全に資するため、生物多様性の基盤となる植物・植生の効率的な保全を図るため、土壌中に含まれる土壌シードバンクを利活用したミティゲーション技術を開発した。そのため、①農村の自然再生ポテンシャルマップを開発し、土地改良事業における上位計画策定時の戦略的なミティゲーションを実現可能にし、また、②個別の土地改良事業における植物・植生の保全・再生・創出に関する技術を開発した。

3. 目標とする成果

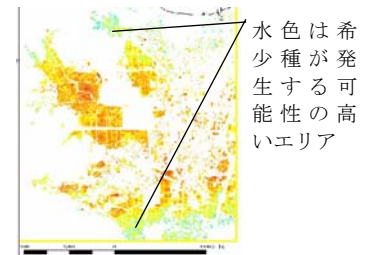
3.1 目標とする成果

本事業の実施で得られる最大の成果は、農村整備事業において生態系保全が必要な際、事業の計画変更による土地の買い増しや設計変更に伴う経費が節減され、低コストかつ効果的に農村生態系を復元・再生・創造・修復する技術が開発できる点にあった。本事業で開発する「自然再生ポテンシャルマップ」および「ミティゲーション個別技術」で目標とした成果を以下に示す。

(1) 農村自然再生ポテンシャルマップ

本研究開発により、「自然再生ポテンシャルマップ」の GIS の簡易な操作により、特定地域の潜在的な自然復元能力（稀少な植物や保全適地の潜在的な分布）の分布を特定できることを目標に据えた。これにより、ミティゲーションを実施する際の的確な場所選定ができるなど、この「自然再生ポテンシャルマップ」により、次のような農村環境の保全に活用することが期待できる。

- ・ 環境保全に配慮すべき場所を、事前に、かつ簡易に把握することが可能。
- ・ 保全すべき場所を事前に把握することにより、開発の回避・低減化を計画的に実施可能。
- ・ 地元住民・専門家等関係者への説明・合意形成が容易になる。



ポテンシャルマップ

(2) ミティゲーション個別技術

① 復元目標の植生に誘導する生物多様性緑化技術の開発

これまで、シードバンクを活用した湿生植生の成立の汎用的な制御技術はなく、個々の技術者の主観に頼らざるを得なかった。本事業では、水位の相違による植生成立を明らかにし、稀少植物を内包する目標植生を誘導するために必要な水深の設定技術を得ることを目標とした。

② 施工期間中のシードバンク保管・管理技術の構築

水田に生育する水生・湿生植物のシードバンクは、土地改良により劣化することが経験的に知られていたが、確実な保存技術は存在しなかった。本事業では、土地改良の施工期間中に土壌シードバンクを現場で劣化させずに保管・管理する技術を得ることを目標とした。

③ 種子の発芽・休眠特性、遺伝的変異性等の解析

絶滅が危惧される水生・湿生植物の種子の発芽・休眠特性と遺伝的変異性を解析し、保全を要する植物の休眠からの発芽技術を得ることを目標とした。

④ 野生植物の超低温保存技術の構築

絶滅危惧種を現地で保全できない場合、従来は温室等で生育状態で保管するしかなく、保存管理に多大な経費を要した。本事業では、省スペース・省労力で水生・湿生植物を保存できるよう、種子を超低温環境下で生存した状態で保存する技術を得ることを目標とした。

3. 2 従来技術との比較

(1) 農村自然再生ポテンシャルマップ

農村自然再生に係る地理情報は、重要な種、生態系の現地調査に限られる。土壌シードバンクの情報を加えた自然再生ポテンシャルマップは、これまで存在しない。

(2) ミティゲーション個別技術

水田に生育する植物種のうち、過去 40～50 年の間に約 10%の植物が絶滅危惧種となった。約 2000 年の水田耕作で保たれてきた植物種が急速に失われていることは、農村生態系の基盤が急速に劣化していることを示しており、国土の生物多様性保全の視点から、絶滅が危惧される水田に生育する植物の保全は急務である。一方で、従来、稀少な水田に生育する稀少植物の計画的・系統的な保全技術はなく、農村整備事業実施時の対応として稀少植物の個体移植が行われてきた。

したがって、本事業による水田雑草種子の発芽・休眠特定、湿生・水生植物の種子を保管・管理する技術、水田雑草の種子発芽・休眠特性・遺伝的多様性（普通種・希少種）、水田雑草に関する超低温保存等の技術に関する既存知見はわずかであり実務には適用しにくい面が大きかった。

4. 研究成果

4.1 研究成果概要（目標とする成果との検証等）

(1) 農村自然再生ポテンシャルマップ

土壌シードバンクの広域な空間分布・種組成解析、衛星画像の解析、地理情報の整理から、農村地域の希少な植物種の分布等のポテンシャルマップ及びその生成プロセスを開発した。作成は、水田環境の要因として土地条件図、土地改良図、農業センサス等の既往情報を整理し、農村の自然環境・社会環境の情報とシードバンク類型と環境要因との関連性の結果を外挿することによって、福井全域でのポテンシャルマップ（保全必要性の高いエリア）の作成を行った。地元の植物研究家の協力により、本システムにより抽出されたポテンシャルの高いエリアが希少な植物種が集中的に生育するエリアと一致することを確認し、目標とする成果が得られていることを確認した。今後は、本システムにより抽出されたエリアのシードバンク調査を行い、マップ精度向上を行う。

土壌シードバンク分析

衛星データ解析

農村自然環境データベース構築

農村自然環境ポテンシャルマップ

効果的・効率的な農村生態系の自然再生・ミティゲーション

(2) ミティゲーション個別技術

① 復元目標の植生に誘導する生物多様性緑化技術の開発

水位設定による希少植物を内包する目標植生誘導技術を開発した。一つの水位設定を2反復実施することにより実効性を高め、0～15cmの間のわずかな水位の相違により発達する植生が異なり、15cm以深の水位設定では湿生植生の回復には不適當であることも確認できた。



② 施工期間中のシードバンク保管・管理技術の構築

水田雑草の種子の休眠特性および発芽特性の解析から、施工期間中に土壌シードバンクを現場で劣化させずに保管・管理する技術を開発した。発芽試験を複数回実施し検証した結果、開発したシードバンク保存システムで、湿潤環境に維持した絶滅危惧種での保存が確認できた。



③ 種子の発芽・休眠特性、遺伝的変異性等の解析

絶滅が危惧される湿生植物の種子の発芽・休眠特性と遺伝的変異性を解析し、保全を要する植物の休眠からの発芽技術を開発した。ミズマツバ、スズメノハコベ、ミズネコノオなどの絶滅危惧種の遺伝子解析を行う際、複数の地域産種子を材料に使うことで実効性を高めた。



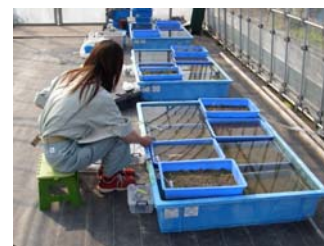
④ 野生植物の超低温保存技術の構築

絶滅が危惧される湿生植物の種子の超低温環境下での保存技術を開発した。絶滅危惧種アゼオトギリを超低温環境下で保管した後の種子生存検定（TTC法）により、常温と超低温環境を複数設定することにより実効性を高め、-80℃の超低温環境下で生存率95%と高く維持できた。



4.2 実験施設における概要、結果、課題等（実験状況がわかる写真等添付）

ミティゲーション個別技術を開発するため、ビニルハウス、実験室内での埋土種子発芽試験、シードバンク保管試験、DNA 分析試験、超低温保存試験を行った。このなかで、復元目標の植生に誘導する生物多様性緑化技術の開発では、ビニルハウス内で水田表土を用いたトレイ試験を行った。トレイ試験では、汎用性のある資材を組み合わせ、簡易に異なる水深を与えたシードバンク発芽試験を実施した。



トレイ試験の様子

この試験により、0～15cm 程度のわずかな水位の相違により、発芽する水田雑草の種組成等は異なることが明らかになり、アブノメやイヌミゾハコベなどの絶滅危惧種が生育する植生の維持には5～10cm の水位の保持が必要で、イチョウウキゴケなどの絶滅危惧種には湿潤（水深がない）な環境の維持が必要など、水田に産する水生・湿生植物に対する適切水深が得られた。また、水深と種多様性には負の相関関係があり、植生の種多様性の維持のためには水深は浅いほうが有利であることなども判明し、水位の制御による成立植生の制御方法が確立できた。

表 トレイ試験による水深と発芽植物の結果

種名	湿潤A	湿潤B	5cmA	5cmB	10cmA	10cmB	15cmA	15cmB	出現頻度
アゼトウガラシ	4		5	6	10	4	4	6	7
アブノメ			77	57	65	78	51	41	6
イヌミゾハコベ	1		1		3	2	3	3	6
Cyperus sp.			1		2	4	5	2	5
キカシグサ		1			5	1	4	4	4
コナギ			1		1	1	1		4
タマガヤツリ		9	6	9	2	1			5
チョウジタデ		3	2	1		1			4
イチョウウキゴケ		80	151	2					3
Juncus sp.		1	1		1				3
トキンソウ		3	4		1				3
ヒデリコ		26	28		11				3
ウキゴケ		456	356						2
アメリカアゼナ		43	23						2
スカシタゴボウ		15	6						2
スズメノカタビラ		1	1						2
タネツケバナ		2	4						2
アゼナ		7	2						2
オランダミナグサ		2	10						2
アメリカタカサブロウ		3	3						2
コハコベ		1	3						2
コゴメガヤツリ			5						1
スギナ			1						1
スズメハコベ			1						1
セリ			1						1
ハハコグサ		1							1
ヒメクグ		1							1
サウトウガラシ					1				1
ヒメミゾハコベ					1				1
種数	19	20	9	7	8	6	6	4	

4.3 実証試験工事（現場適用）の概要、結果、課題等（工事状況がわかる写真等添付）

実証試験は、平成 21 年度後期以降に実施している。平成 21 年度は、実証試験に適切な立地の選定を行い、施工計画の立案と一部造成作業を行った。実証試験では、復元目標の植生に誘導する技術の実証試験を行うこととしており、0～20cm 程度に水位を変えた水田造成位置において発芽する植物の種類、生育環境として水位の変動・土壌水分等の計測など、今後検証を進めるところである。



実証試験実施位置

4.4 普及活動状況等

現時点では普及活動は行っていないが、今後、次のような普及活動を計画している。

- ・学会での成果発表・技術展示発表
- ・環境技術展示会への出展
- ・開発技術の紹介パンフレットの作成配布
- ・技術開発関係者ホームページでの情報発信
- ・土地改良事業に係る事業者への訪問説明
- ・農林水産省全国説明会への参加

5. 今後の課題

(1) ポテンシャルマップの精度向上

本研究開発により、農村地域の希少な植物種の分布等のポテンシャルマップ及びその生成プロセスを開発した。ポテンシャルマップで得られた絶滅危惧種を内包する可能性のあるゾーンの特定結果は、実際に保全に必要なエリアとリンクしていることを確認したが、一致しない部分も一部あったことから、今後は、衛星画像を変えた画像解析と埋土種子発芽試験の補足作業を行い、

ポテンシャルマップの精度を高めることが必要と考えている。

(2) 分子生物学的手法の応用による土壌シードバンクの種組成・種子量の解析

本研究開発により、絶滅が危惧される水田の植物の遺伝子解析により、DNA データベースを構築することができたが、土壌シードバンク中に含まれる種組成・種子量の解析には至らなかった。一方、これまで存在しなかった水田雑草の DNA 情報は大幅に整備向上できたため、今後の研究開発への基礎情報として十分意義のある情報が整備できたと考えている。

6. 試験研究機関（農工研）総括者による意見・評価等

項 目	評価結果	備 考
研究計画の効率性・妥当性	A	環境配慮型としての植生ミティゲーションが、総合的かつ実用的な技術が効率的に開発されるように計画されている。
目標の達成度	B	土壌シードバンク中に含まれる種組成・種子量の解析には至らなかったが、その他の項目に関しては、おおむね当初の計画通り、進捗していると判断される。
研究成果の普及可能性	A	福井県下のみならず、開発された技術成果の全国への適用が大いに期待できる。
研究成果の出来栄	B	開発された成果について、さらに特許や実用新案として積極的な登録が望まれる。
総合コメント：全般的には、計画通りに進捗しており、全国適用が可能な技術成果が望まれる。今後、さらに精度の向上や実用新案などの登録による普及に努めることが期待される。		

7. 研究総括者による自己評価

項 目	評価結果	備 考
研究計画の効率性・妥当性	A	研究計画は、水田の植生ミティゲーションについて、従来にはなかった総合的な保全技術として体系化するものであり妥当性があると判断した。
目標の達成度	B	本事業の核となるポテンシャルマップ作成は高い精度で開発できた。一方、水田雑草の DNA データベース開発は進んだものの、土壌シードバンクに含まれる種組成・種子量解析には至らなかった。
研究成果の普及可能性	A	水田の希少な植物の保全技術が現場に応じた手法として体系化されたため、土地改良事業への速やかな適用が期待できる。また、地域特有の情報を加えることにより他府県への適用もできる。
研究成果の出来栄	B	シードバンクのポテンシャル解析と保全技術を体系的にまとめることができたが、実用新案等の登録には至っていない。
総合コメント：これまで、水田雑草は駆除の対象であり保全対象ではなかったこともあり、水田の希少な植物の保全に関わる体系的な技術開発はなく、研究開発の基礎的な情報も困難であった。そのため、研究開発途上では、基礎的な試験やデータベース開発に想定外の労力も必要となった。一方で、水田の希少な植物の保全のために緊急性の高いポテンシャルマップ作成技術と復元目標の植生に誘導する生物多様性緑化技術の開発を中心に、水田における植生ミティゲーション技術を総合的に体系的に技術開発できたことは意義があると判断している。今後は、本事業により開発した技術をさらに精度向上するとともに、技術の普及に努め、農村地域における生物多様性の保全・再生に貢献できるよう尽力したい。		

