

【重点課題⑫】生物多様性の保全とそれに資する科学的知見の充実に向けた研究・技術開発

【行政ニーズ4-10】新たに侵入する外来種に対する被害防止技術の開発と防除事業への適用

特定外来種オオバナミズキンバイの 拡大防止策と効果的防除手法の開発

研究代表機関 京都大学 ○田中周平

研究分担機関 滋賀県立大学 野間直彦

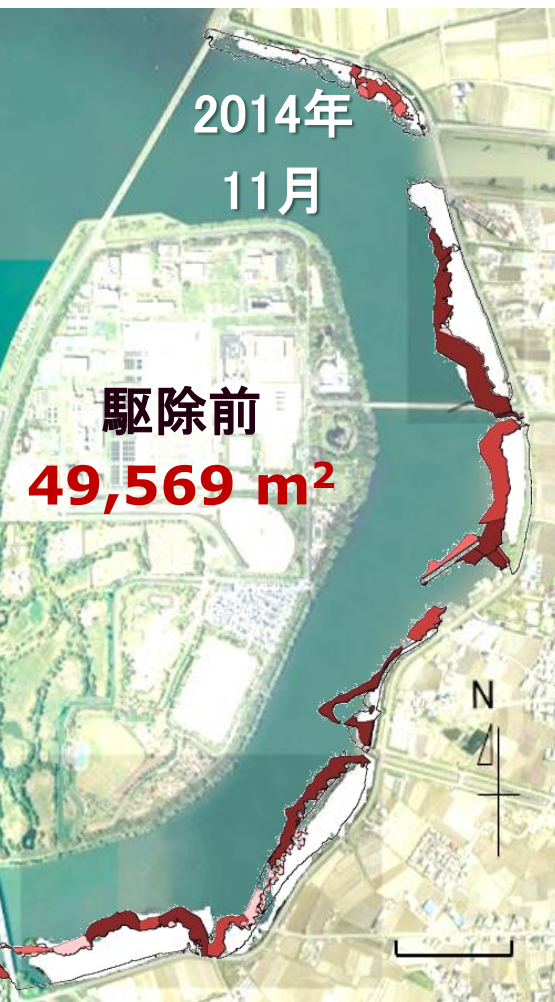
研究分担機関 日本ミクニヤ(株) 徳岡誠人

重機による駆除で拡散した断片からの拡大

生物的特性を考慮した駆除が重要

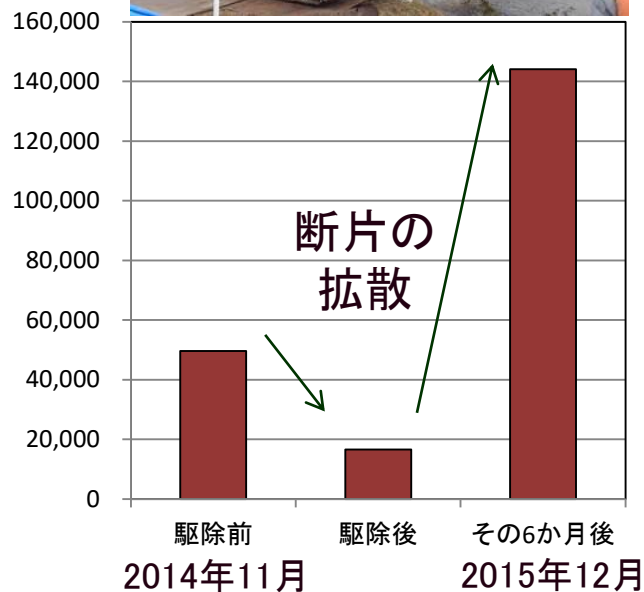
断片の拡散後、定着した様子

2

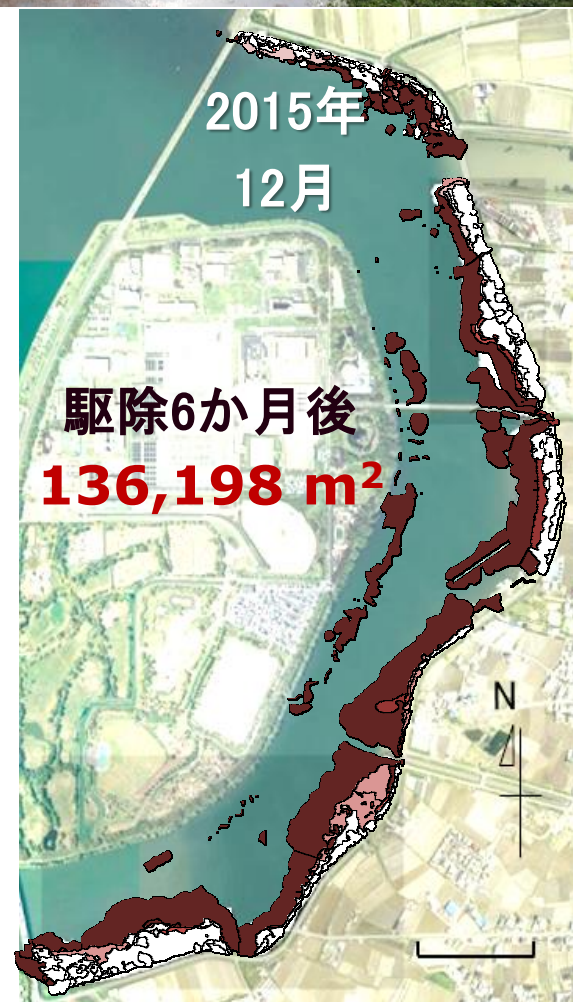


■オオバナ
ミズキンバイ

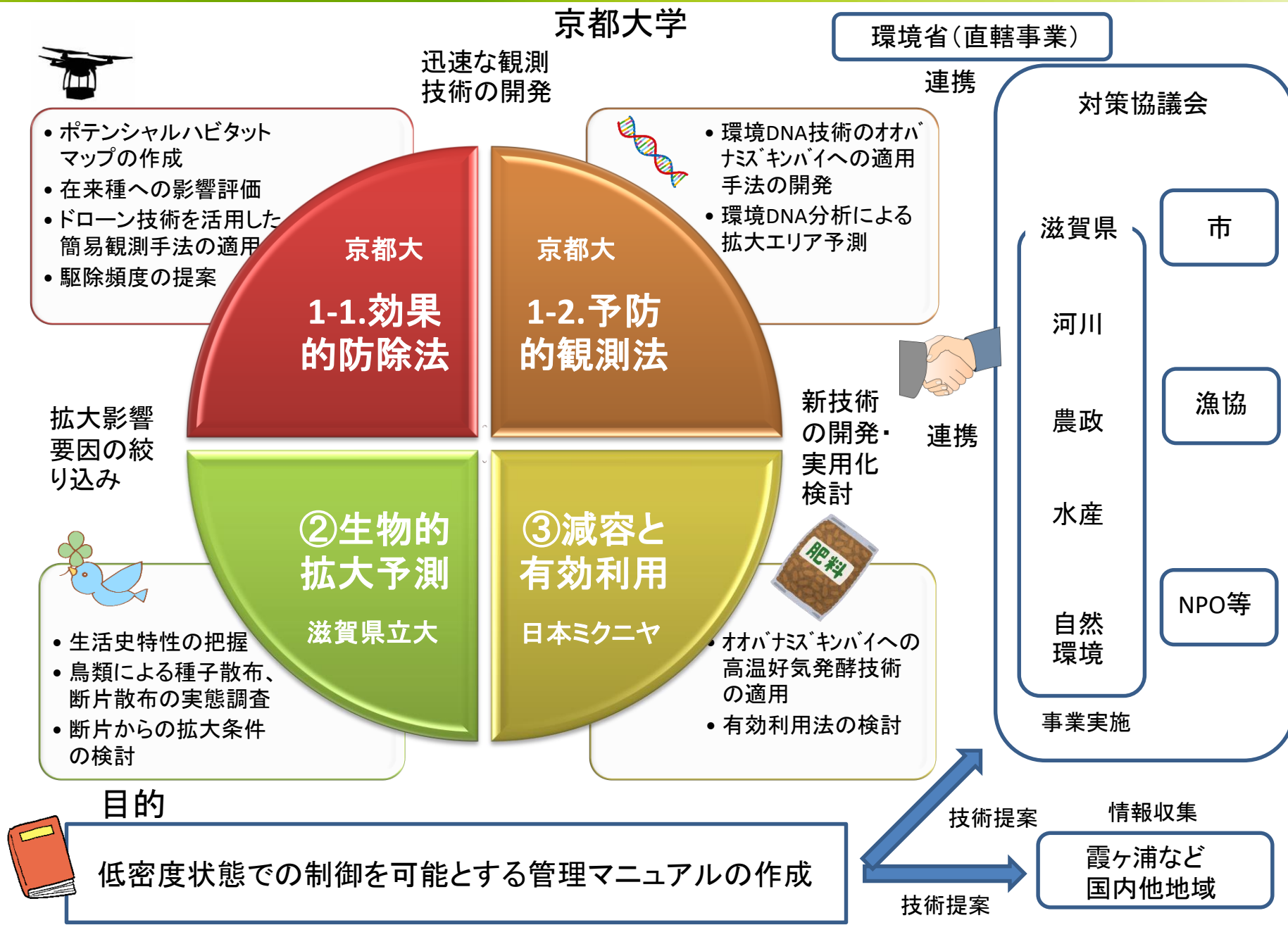
オオバナ
面積(m²)



申請者らによる事前調査の結果より作図



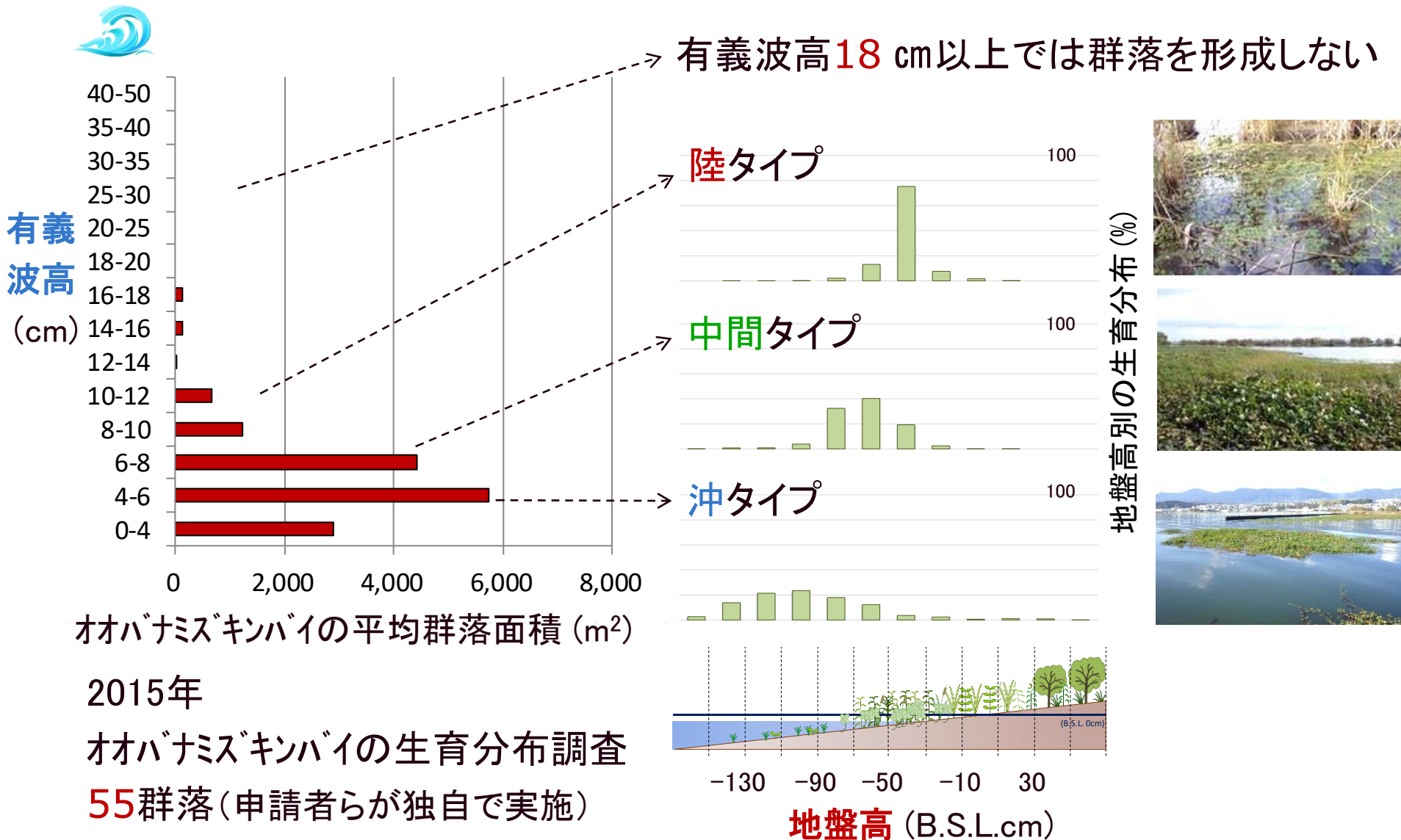
研究開発目的と連携体制



低密度状態での制御を可能とする管理マニュアルの作成

1. ポテンシャルハビタットマップによる踏査範囲の縮小による効率化
防除のための踏査面積を従来の**50%未満**にまで削減
ドローン技術を用いた簡易観察手法の開発による定期観測の効率化
(従来法と比較して**50%未満**にまで削減)
2. 生活史特性、断片からの再生条件の把握による具体的な防除方法の提案
種々の大きさの断片からの再生に関する実験を行い、大規模駆除の後の断片回収用の網の適切な**メッシュサイズ**を明示
鳥類が関係する拡大パターン特性の予測
3. 環境DNA分析を活用した外来種侵入初期における簡便な発見手法の開発
水中の環境DNA測定による本種の存在確認技術の精度の検証と琵琶湖への適用
4. 刈取り後のオオバナミズキンバイの効率的減容化技術
高温好気発酵分解技術を用い、**95%以上**の減容化が可能となる条件
(発酵槽内温度、破碎方法、送気量、攪拌頻度等)を明示
従来の発酵分解処理のコストが**40%削減**可能な処理プロセスを開発

ポテンシャルハビタットマップを駆使した効果的駆除方法の開発

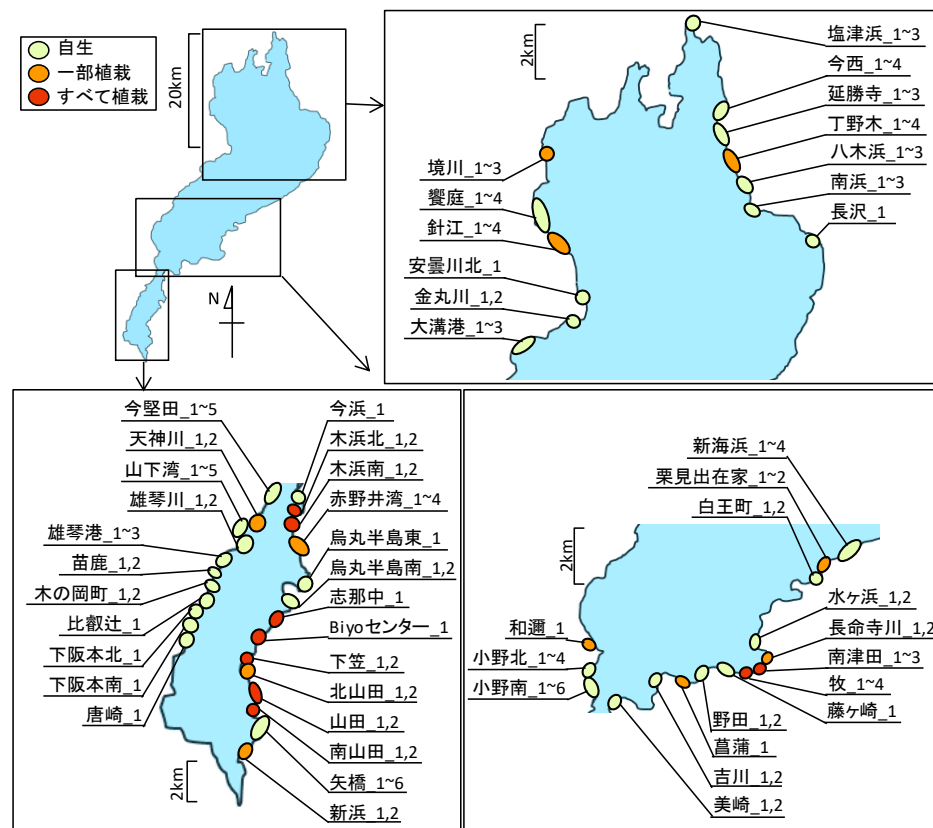


主に有義波高と地盤高が影響する傾向 ➡ ポテンシャルハビタットマップの作成

ポテンシャルハビタットマップを駆使した効果的駆除方法の開発

■ オオバナミスキンバイのポテンシャルハビタット

■ オオバナミスキンバイの分布



抽水植物群落53地区132群落における
ポテンシャルハビタットマップを作成

琵琶湖岸の防除のための踏査面積を従来の**40.1%にまで削減**

⇒ 重点的に巡回すべき場所が明確となり、駆除活動が効率的になった。



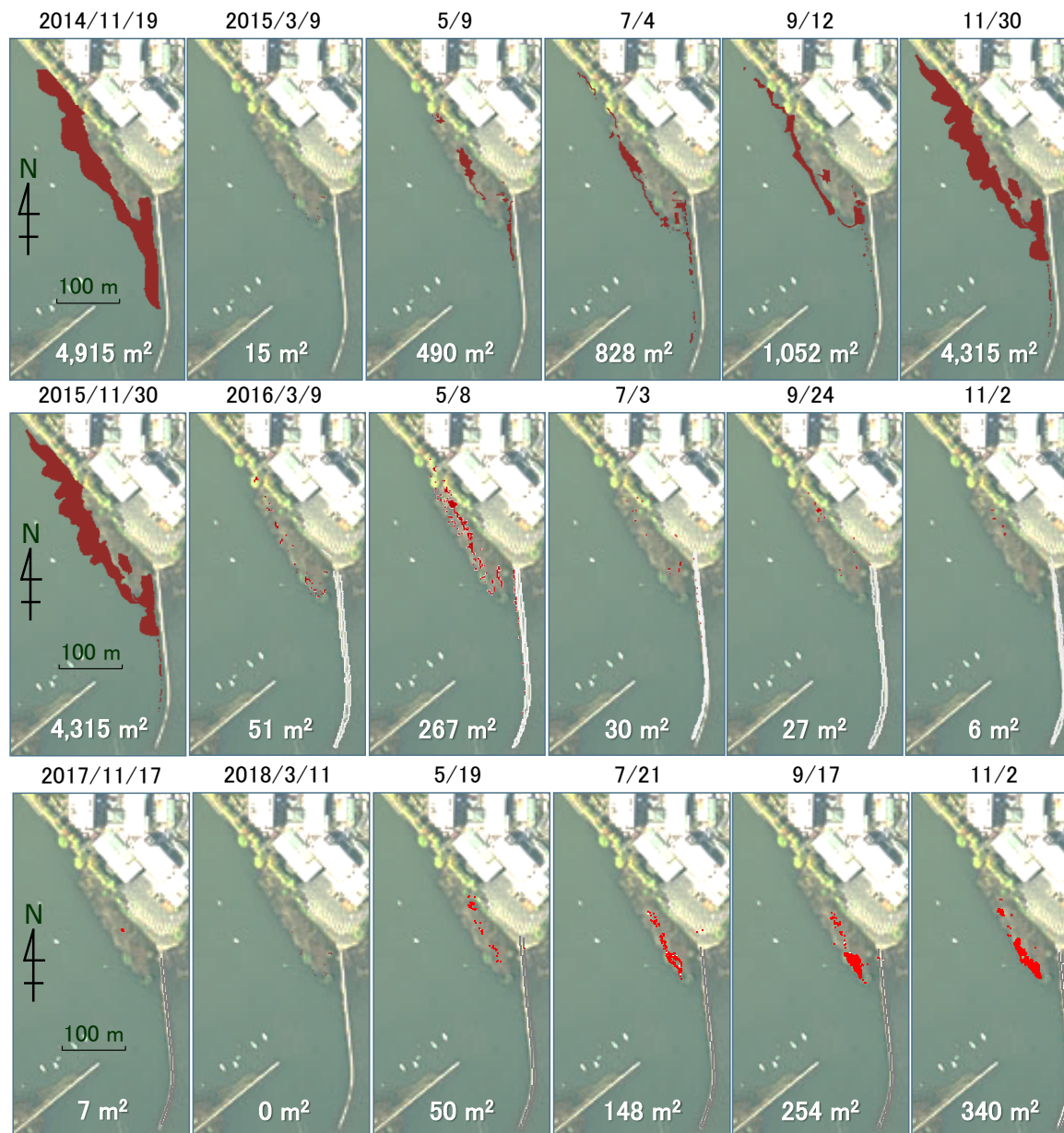
重点監視区域における定期的巡回・除去頻度の提案

除去
頻度

1回/
1年

1回/
3週間

1回/
2か月



定期的巡回・除去の
頻度を明確化

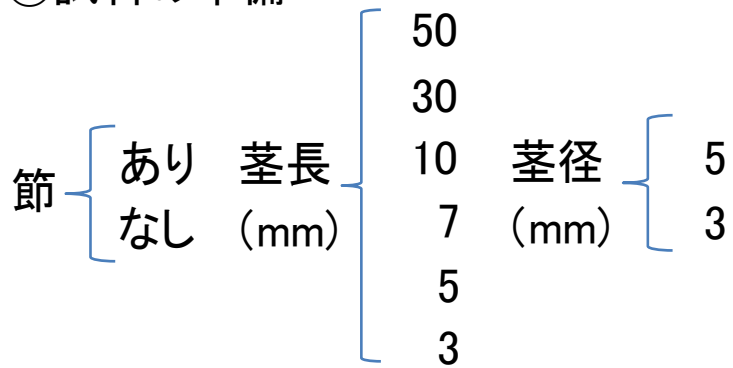


1回/
3週間



1回/2か月(2018年)
1回/1か月(2019年)
1回/1か月(2020年)
の除去頻度を設定し、
最適効率を検討

①試料の準備



各5 合計240試料

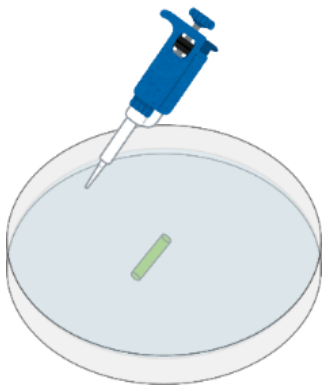
培養液中の元素濃度

mg/L	栄養塩	
	あり	なし
NH ₄ -N	7.00	-
NO ₃ -N	7.00	-
PO ₄ -P	6.00	-

培養液中の元素濃度 (mg/L)

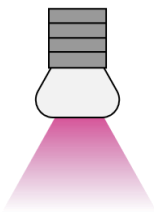
K	23.40	Fe	2.17	Cu	0.02
S	9.92	Si	0.46	Zn	0.05
Ca	12.00	B	0.53	Mo	0.01
Mg	14.58	Mn	0.49		

②培養液の添加



③植物育成ライト照射

(150W、14時間/日照射)

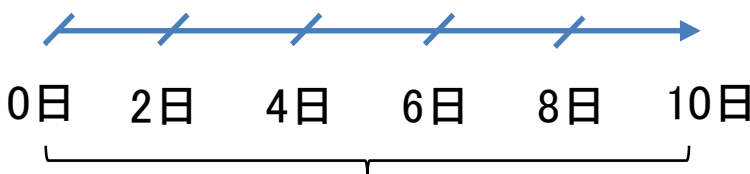
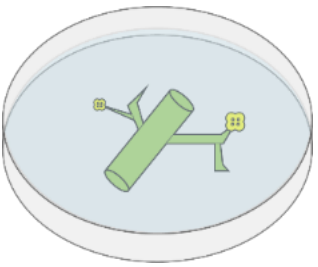


18 cm



④写真撮影

(1920万画素)
(2日毎)



(20~25℃)

合計1440枚撮影

➡ 投影面積算出

オオバナミズキンバイの茎断片からの再生に影響を及ぼす主要因

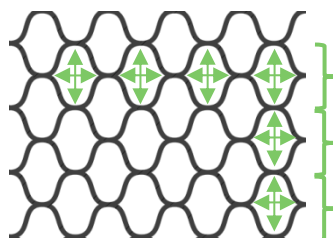
● 節の有無, 断片の茎径, 断片の茎長

➡ 重機などによる大規模駆除の後、網などを使って断片を回収することが、オオバナミズキンバイの再生を防ぐ上で重要

茎断片の大きさが3 mm四方 ➡ 約40%が再生

追加実験

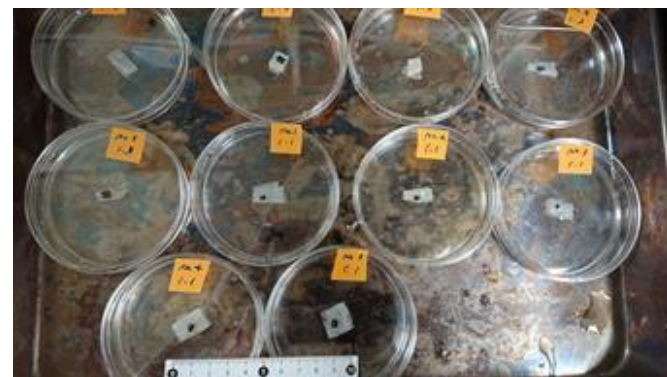
茎断片の大きさが1 mm四方 ➡ 分化しなかった。



● 網目1 mmを使用すると
茎断片からの再生を防ぐことができる。

● 水温(5°Cでは分化しない)
光(無光では分化しない)
などが分かった。

より効率的な現場での防除方法を提案



現在 刈取後の仮置き場不足
運搬、焼却費用増大

臭気分解

炭酸ガス
アンモニアガス
水分

オオバナ
ミズキンバイ

杉チップ 攪拌

常在菌による
高温好気分解

発酵熱による
蒸発効果

98.4%
減容化

有機物減容化装置 (MK-25)

処理前

給気

24時間後

毎日連続投入可能

処理後

従来法より
41.1%コスト削減

酸素量、熱、水分量、C/N比、破碎サイズ等をパラメーターに最適化

70~80
Nm³/h

55~60℃

破碎回数
2回

オンサイトで減容可能
ベトナムに展開

最適減容化条件および肥料化条件の提案

現在 刈取後の仮置き場不足
運搬、焼却費用増大

●最適減容化条件の提案

さらに微生物の生息場となる担体を検討



水草の刈り取り



ビニルハウスでの乾燥



高温好気発酵分解
装置による減容化



杉チップ



マホガニー

●肥料化条件の提案



The test of the tomato plant after three months



肥料としての基準値
を安全性、成分面共
に満足したことを明ら
かにし、栽培実験で
はコマツナの収穫に
適した草丈(15cm)ま
での生長日数(8日)
で**化成肥料と同等の**
施肥効果を示した。

肥料としての**農地還元の有効性**を検討

定期観察による生活史特性と鳥類による種子散布の実態把握12

現在 重機による大規模駆除活動
断片からの再生により拡大化

➡ 生物的特性を考慮した駆除方法が必要

果実・種子の分散状況

● 発芽生育試験 

鳥類が摂食排出した種子

122個採取

無傷の種子は6個

損傷と再生の関係を検討



4個発芽
(うち無傷2個)



実生が成長

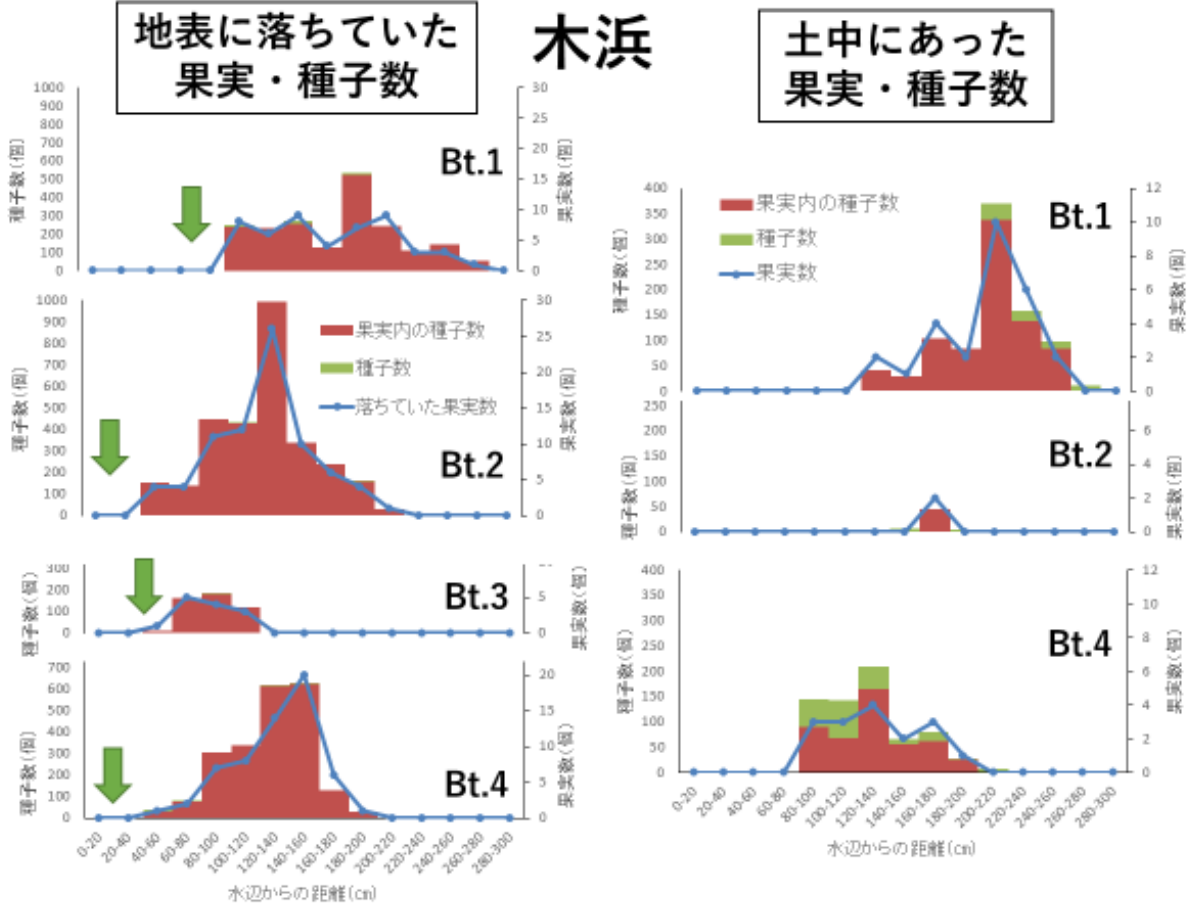
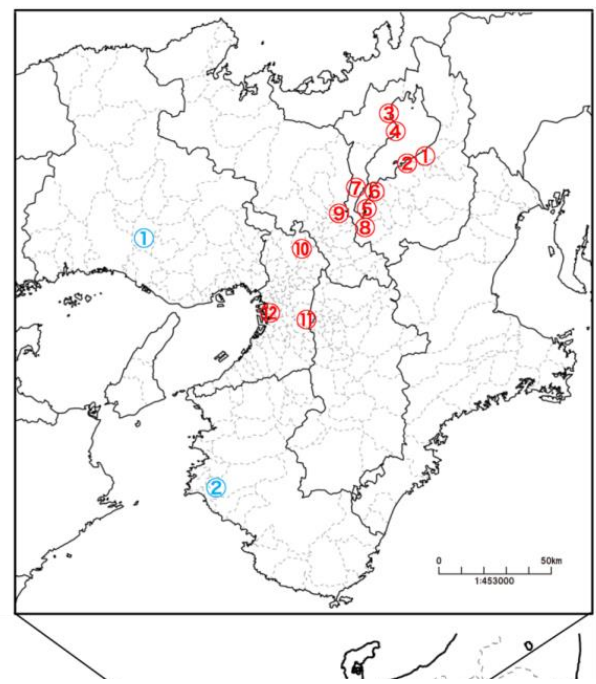
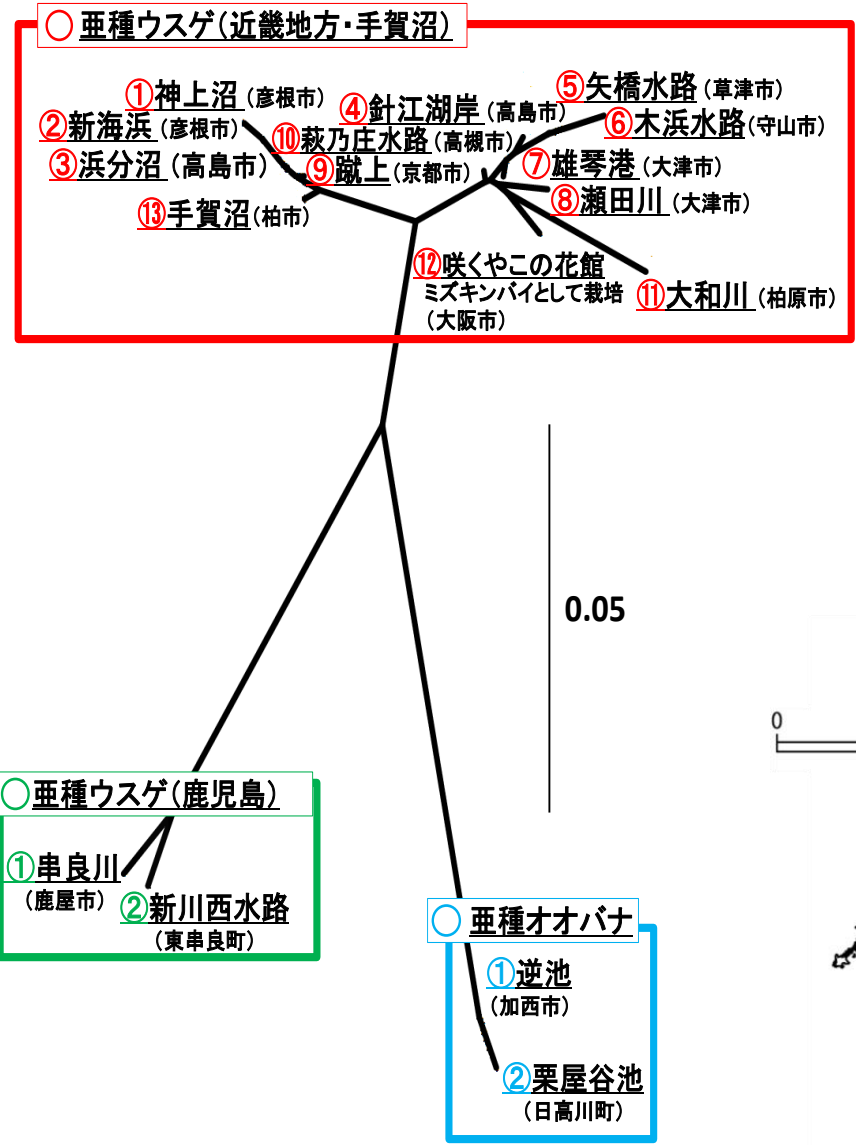


図 木浜調査地の地表(左)、土中(中)、北山田調査地の地表(右)矢印から右が群落

● 生物学的拡大予測



琵琶湖集団と同じクラスターのうち、①②③④⑬は、比較的最近になって発見され、既存の生育地から離れており、水流によって運ばれたものではない。これ以外にも、滋賀県や大阪府で、山ぎわの溜池に侵入した例が見つまっている。このような、新しい分布拡大は、**水鳥が運んだ可能性**がある。



②遺伝子解析等の手法を活用した外来種侵入初期における簡便な発見手法の開発

③防除最終段階での根絶を確認するためのモニタリング手法の開発 行政ニーズ(4-10)



Cultivation vessel



STERIVEX™
filter 0.45μm



Sterilized syringe



RNAlater™ solution



PP bottle



Benzalkonium
chloride



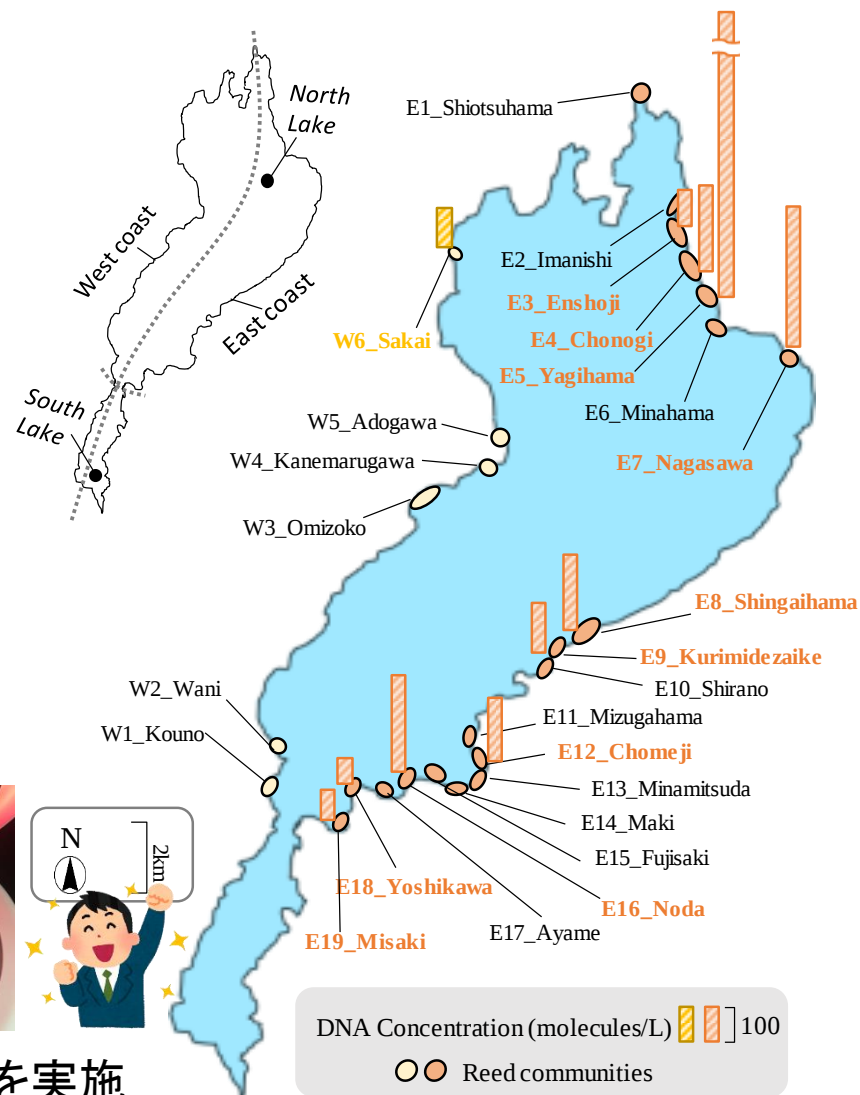
Vacuum Flask



GF/F 0.7μm



DNeasy Blood & Tissue Kit



採水し環境DNA分析を行うことで、予防的観測を実施



特定外来種オオバナミズキンバイの 制御管理マニュアル

【2020年度版】



琵琶湖における生活史



4月～
越冬水中茎の開芽・伸長



5月～
抽水茎の形成



6月～
開花



7月～
着果



9月～
抽水茎の枯死

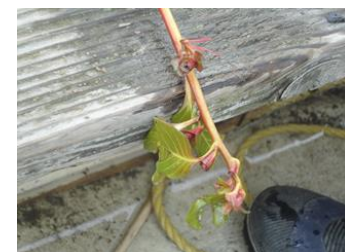


12月～
水中茎の越冬

琵琶湖におけるオオバナミズキンバイの生活史を示します。

4月頃には越冬した水中茎の開芽と伸長が起こります。
5月頃には、抽水茎が形成され、6月頃には開花します。
7月頃に着果があり、9月頃から抽水茎の枯死が始まります。
12月頃の水中茎の越冬の様子を示します。

中南米原産なので、琵琶湖では越冬しないと考えていたのですが、越冬することが分かりました。





揚陸後の湖岸の様子



駆除時の注意点

- 根茎がとり残されることが多い → ジェット水流で洗い出す。
- 植物体断片が流れないように → オイルフェンスで囲う
たも網で掬うなど
- 揚陸後、乾燥する場合は、根付くこと、風で飛散することを防ぐ
→ すのこの上に置く、上に網を張る

揚陸と自然乾燥処理



駆除時の注意点

- 植物片を周辺に拡散させないために、

植物片を回収する人員の配置
流出防止ネットの設置
などの対策を講じる。

再生してくるので
根株までできるだけ掘り取る。

- 乾燥中も、容易には乾燥・死滅せず再定着してしまう可能性が高い。

乾燥処理はコンクリートや
厚手のビニールシート上で行い、
その間も逸出しないように
監視を続ける。



立入り禁止

水揚げした特定外来植物
(ナガエツルノゲイトウ) を乾燥
させています。絶対に触ら
ないで下さい。

伊豆の里湖づくり協議会

安全面の注意点

- ウェイダー(胴長靴)は水没すると溺れる危険
腰のベルトをしっかり締める。
水深のあるところでは救命胴衣もつける。
熱中症対策





結論

重機による大規模駆除活動の前後に特定外来生物オオバナミズキンバイの生育分布を詳細に調査し、以下の主な成果を得た。

矢橋地区の群落 49,569 m² → 大規模駆除後136,198 m²に拡大

- 重機による駆除による断片の拡散と断片からの再生が示唆された。



茎断片からの再生に及ぼす影響要因を検討するために、室内において茎断片からの再生実験を行った結果、以下の主な成果を得た。

節ありの試料 93%が初期より大きくなり、50%が初期の1.7倍以上
節無しの試料 全体の66%が1.1倍未満

- 節の有無が再生の主要因であることが示された。



節ありの系で10日目の生長倍率を目的変数とした栄養塩有無、茎長、茎径による3元配置分散分析の結果、茎径の寄与率 37.7%

- 茎断片の直径がその後の再生に大きく寄与

5 mm > 3 mm



節ありの系の初期茎長別の分化率 → 茎長 50 mm 平均95%
茎長 3 mm 平均30%

- 初期茎長が小さくなるにつれて分化率が低下



実験開始からの経過日数と栄養塩有無の寄与率の関係から、

実験開始後2日目 → 栄養塩の寄与率 5.8%

経過日数に伴い徐々に小さくなった。

- 栄養塩は生長初期段階でわずかに寄与

結論と今後の課題

オオバナミズキンバイの茎断片からの再生に影響を及ぼす主な要因

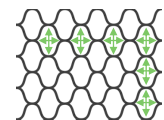
- 節の有無、断片の茎径、断片の茎長

→ 重機などによる大規模駆除の後、網などを使って断片を回収することが、オオバナミズキンバイの再生を防ぐ上で重要

茎断片の大きさが3 mm四方 → 約40%が再生

追加実験

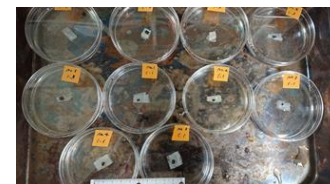
茎断片の大きさが1 mm四方 → 分化しなかった。



- 網目1 mmを使用すると茎断片からの再生を防ぐことができる。

今後の課題

- 水温、光の影響を調べ、より効率的な現場での防除方法を提案



本研究により、オオバナミズキンバイの茎断片からの再生に影響を及ぼす主な要因が、節の有無、断片の茎径、断片の茎長であることが分かりました。

よって、重機などによる大規模駆除の後、網などを使って断片を回収することが、オオバナミズキンバイの再生を防ぐ上で重要であることが分かりました。

また、茎断片の大きさが3 mm四方であった場合でも節がある場合、約40%が再生することが分かりました。

茎断片の大きさが1 mm四方であった場合、節があっても分化しない結果を得たことから、網目1 mmを使用すると、茎断片からの再生を防ぐことができることが分かりました。

行政ニーズ/環境政策等への貢献、環境産業等への活用18

行政ニーズ(4-10)

①ツマアカスズメバチやオオバナミズキンバイ等の効果的防除手法の開発

ポテンシャルハビタットマップ → 巡回範囲の縮小 → 駆除の効率化
生活史特性、断片からの再生条件 → 駆除後の管理マニュアル

②遺伝子解析等の手法を活用した外来種侵入初期における簡便な発見手法の開発

環境DNA分析の適用 → 採水と分析により、予防的に観測可能

③防除最終段階での根絶を確認するためのモニタリング手法の開発

環境DNA分析の適用 → 駆除後の根絶を確認

高温好気発酵技術の環境産業への活用

●オンサイトで98.4%の減容化

運搬作業・焼却量削減

41.1%の費用削減

●肥料化による廃棄物量削減

概ね13億円/年程度の潜在的な市場規模

査読付き論文 7件

- 1) 田中周平, 高見航, 田淵智弥, 大西広華, 辻直亨, 松岡知宏, 西川博章, 藤井滋穂: 水環境学会誌, vol.43(A), No.1, p.9-15 (2020) 琵琶湖岸の有義波高と生育地盤高に基づいた特定外来植物オオバナミズキンバイのポテンシャルハビタットの推定
- 2) 田中周平, 大島靖弘, 長谷川達朗, 高見航, Zhang Hongwei, 渡部優希, 田淵智弥, 西川博章, 藤井滋穂: 土木学会論文集G(環境), vol.76, p.III_349-III_354 (2020) 特定外来生物オオバナミズキンバイ *Ludwigia grandiflora* の茎断片からの再生に及ぼす影響要因の検討
- 3) Hongwei ZHANG, Shuhei TANAKA, Wataru TAKAMI, Masaki WATABE, Yasuhiro OSHIMA, Hiroaki NISHIKAWA, Shigeo FUJII, 土木学会論文集G(環境), vol.76, p.III_197- III_204 (2020) Effects of Specific Alien Plant *Ludwigia Grandiflora* on Endimic Vegetation in Harie Wetland, Lake Biwa
- 4) Hieda S, Noma N.: Bulletin of Kansai Organization for Nature Conservation 41 (2), 151-153. (2019) Leaves as propagules of the invasive aquatic plant *Ludwigia grandiflora* subsp. *hexapetala* in Lake Biwa.
- 5) 稗田真也, 植村修二, 野間直彦: 大阪市立自然史博物館研究報告, *Bulletin of the Osaka Museum of Natural History*, vol.74, p.69-73 (2020) アメリカミズキンバイとよばれる *Ludwigia decurrens* と *L. longifolia* (アカバナ科) の推奨される和名
- 6) K. Kamigawara, K. Nakai, N. Noma, S. Hieda, E. Sarat, A. Dutartre, T. Renals, R. Bullock, J. Haury, B. Bottner, J-P. Damien: *Journal of International Wildlife Law & Policy*, vol.23, p.83-108 (2020) What kind of legislation can contribute to on-site management? –Comparative case studies on legislative developments in managing aquatic invasive alien plants in France, England and Japan
- 7) Vo Diep Ngoc Khoi, Makoto Tokuoka, Shuhei Tanaka, Phan Nhu Thuc, Tran Van Quang, *Vietnam Journal of Science and Technology* 58 (5A) 190-200 (2020) STUDY ON SLUDGE TREATMENT BY THE AEROBIC STABILIZATION PROCESS COMBINED WITH BULKING AGENT AND HEATED AIR SUPPLY

項目	件数
査読付き論文に準ずる成果発表	0件
その他誌上発表（査読なし）	3件
口頭発表（学会等）	6件
「国民との科学・技術対話」の実施	7件
マスコミ等への公表・報道等	8件
本研究に関連する受賞	1件

国際共同研究等の状況

ベトナム国ダナン市における有機性廃棄物の効率的減容化技術の提案とその適用

カウンターパート: Tran Van Quang・ダナン理工科大学・ベトナム国

参加・連携状況: 京都大学、ダナン理工科大学、日本ミクニヤ株式会社による共同研究

国際的な位置づけ: 有機物を高温好気発酵分解により減容化する技術をベトナム国ダナン市に適用する内容を加えた研究申請書を、**科研費国際共同研究加速基金**（国際共同研究強化(B)）に、京都大学がダナン理工科大学と協同で申請し採択された。高温好気発酵分解装置ミシマックスは国際連合工業開発機関（UNIDO）のSTePP（Sustainable Technology Promotion Platform）（http://www.unido.or.jp/en/technology_db/5022/）に2018年12月に認証され、SDGsに掲げられるNo9とNo12の課題解決に貢献できる技術である。