

淀川における外来水草対策について

八千代エンジニアリング株式会社 大阪支店 環境部 渡辺 肇

論文要旨

近年、国内の多くの水域で外来水草の繁茂による環境への悪影響が指摘されている。本論で対象とした淀川においても、平成 10 年頃からボタンウキクサなどの浮漂性水草の大量繁茂が確認されはじめ、国土交通省近畿地方整備局淀川河川事務所、大阪府、大阪市などによる対策が進められてきた。

それら対策の成果を踏まえ、平成 20 年度に淀川大堰～淀川新橋の区間の淀川本川及びワンドにおいて、外来水草（ボタンウキクサ、ミズヒマワリ等）の発生状況や分布の変化を詳細に調査・記録し、特に毎年大群落を形成していたボタンウキクサについては発生の初期段階からきめ細かい駆除作業を実施した。また、ボタンウキクサの生育面積の拡大速度を基にボタンウキクサの成長モデルを作成し、発生初期からの駆除作業の効果を確認した。

分布の記録、モデルによる検証の結果、平成 20 年度におけるボタンウキクサの発生初期段階からの駆除が効果的であったことが確認され、次年度以降においても継続的に実施する手法の提案を行った。また、ボタンウキクサ以外の水草についても今後の対策について提案を行った。

キーワード： ボタンウキクサ、ミズヒマワリ、ナガエツルノゲイトウ、特定外来生物、水草、駆除

まえがき

豊かな淡水魚類相を有する淀川の生態系にとって、数多くのワンド等によって形成される水辺の多様なハビタット（生物の生育・生息場）は無くてはならない存在である。

しかし、最近の淀川では外来水草が本川河岸やワンドで過剰に繁茂し、特にワンドにおける在来種への影響など河川環境を質的に単調化させていることが指摘されている。¹⁾

また、水草の繁茂による河川へのアクセス性の低下や、増殖した浮漂性の水草が本川を大量に流下、集積することにより、舟運や取水施設への障害、景観の悪化、水辺でのレクリエーションへの悪影響も生じている。

本論は、淀川における外来水草の分布状況の把握、効果的な外来水草駆除の方法とその効果についてとりまとめたものである。

1. 淀川における外来水草の繁茂状況

1. 1 淀川における外来水草の概況

近年の淀川で繁茂が著しい外来水草としては、特定外来生物であるボタンウキクサ、ナガエツルノゲイトウ、ミズヒマワリ、アゾラ・クリスタータ、また要注意外来生物リスト掲載種のホテイアオイなどが挙げられる。

ボタンウキクサは、そのすさまじい増殖力のため、生態系や利水、河川利用など多方面への影響が特に大きい点で、早急な駆除対策が必要となっている。ナガエツルノゲイトウは特に城

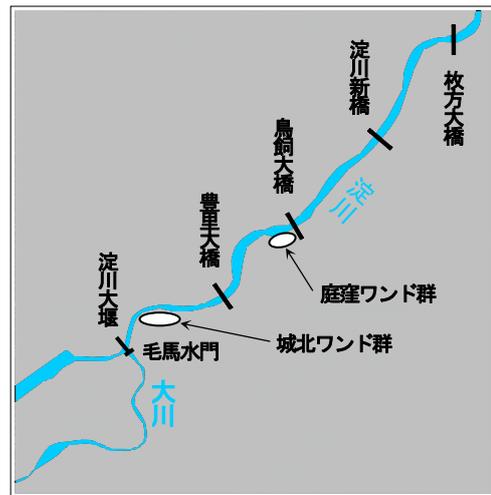


図-1 ワンド等の位置図

北ワンド・庭窪ワンドで多くみられるが、水深が1mより深い水域には群落が拡大しない傾向にある。ミズヒマワリは特に右岸川で繁茂が見られる。アゾラ・クリスタータはワンドを中心に広域で生育するが、今のところ本川を大量に流下するような事態にはなっていない。ホテイアオイはボタンウキクサと同様の水域で群落を形成するが、近年の淀川ではボタンウキクサよりも劣勢の傾向にある。

1. 2 外来水草繁茂と対策の経緯

淀川では、平成 10 年頃からホテイアオイが、平成 12 年の夏

頃から城北ワンドなどでボタンウキクサの繁茂が確認されはじめた。その後は、ボタンウキクサがワンドの水面を覆い尽くす程の異常繁茂がみられるようになったため、生態系への影響を考慮し、平成 15 年頃からはボタンウキクサが異常繁茂する秋に機械等による駆除作業が行われてきた。淀川河川事務所による駆除量（湿重量）は、平成 18 年度には約 600 トン、平成 19 年度は約 760 トンにも及んだ。

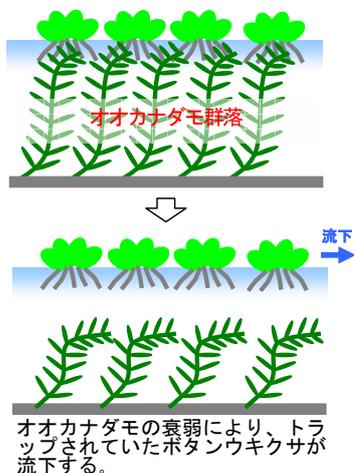
1. 3 水草の大量繁茂による問題点

ワンドなどの閉鎖性の水域においてボタンウキクサ等の水草が異常繁茂することにより、水中の光量・溶存酸素量が不足し、また枯死したボタンウキクサが河床へ堆積・ヘドロ化することに伴い水生生物の生育生息環境が悪化する。また景観の悪化、釣りなどの河川利用への障害が問題となっている。淀川本川では、河岸に集積して大群落が形成されることで、取水設備の閉塞等も発生している。

さらに、本川河岸に大繁茂したボタンウキクサは 1 1 月頃を中心に大量に離岸し（トラップの原因であるオオカナダモの衰弱による（写真一 1 参照）、毛馬水門に集積した後、これを通過して大川を流下することにより、『水都大阪』の景観の悪化、船舶の航行障害など、多くの問題の原因となっている。

1. 4 ボタンウキクサの発生源について

ボタンウキクサはアフリカ原産の多年生の植物であり、日本には 1920 年代に観賞用として持ち込まれた²⁾。日本の河川や湖



写真一 1 淀川本川を流下する大量のボタンウキクサ(平成 19 年度)

沼の水温では越冬できずに枯死するため、本来であれば毎年継続的に発生することは無い。しかし、河川水辺の国勢調査等によると、西日本を中心にいくつかの河川などで確認されており、淀川流域においては事業場からの温排水が流入する水域で、ボタンウキクサが枯死せずに越冬している状況が確認されている。また、水面を覆うほど密に繁茂した水域では、ボタンウキクサが種子を生産し、これが水底に蓄積していると考えられる。

2 外来水草の駆除に向けた取り組み

2. 1 取り組みの概要

平成 18 年度までは特に環境悪化が顕著になった場合にボタンウキクサの駆除が実施されてきたが、平成 19 年度には効率的なボタンウキクサの駆除を目指し、ボタンウキクサ繁茂抑制の対策検討が行われた。

平成 19 年度は、大量に繁茂したボタンウキクサの効率的な駆除方法の検討に加え、試験ワンドを設定し、繁茂しているボタンウキクサを徹底的に駆除した上で、駆除後に 1 週間に 1 度のペースで人力によるきめ細かな駆除作業が行われた。1 回あたりの作業時間は 1 時間程度であったが、その試験ワンドにおけるボタンウキクサの繁茂をほぼ抑制することができた。

そこで、平成 20 年度には、淀川大堰から淀川新橋の範囲で、発生の初期段階から外来水草の監視・記録及びきめ細かなボタンウキクサの駆除作業を行った。その結果、特にワンドなどの閉鎖水面では繁茂がほぼ抑制され、本川も含めた駆除量（湿重量）も 260 トン程度と、平成 19 年度の 3 分の 1 程度に抑制することができた。

2. 2 駆除作業及び調査結果の概要

平成 20 年度は、淀川大堰から淀川新橋までの区間（延長約 11.4km）において、発生の初期段階である 5 月下旬からボタンウキクサの発生監視・分布記録を開始し、点在するボタンウキクサを発見次第徹底的に駆除するという作業を実施した（写真一 2 参照）。



写真一 2 ボタンウキクサの発生監視及び駆除作業（平成 20 年度）



写真—3 ワンドにおけるポタンウキクサの発生状況の比較

駆除作業は、ワンド及び本川で実施し、ワンドにおいては発生初期の小さい個体の状態でほぼ全量駆除を行うことができた。この結果、例年9～10月頃にみられたようなワンドの状況（水面が水草で覆い尽くされる）は全くなく、十分な成果をあげることができた（写真—3参照）。

3 外来水草の分布状況

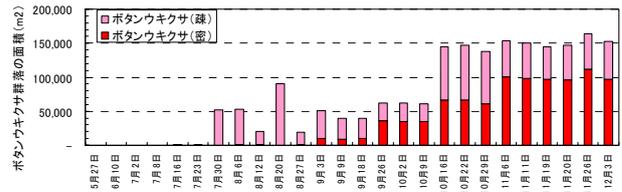
3.1 ポタンウキクサの分布状況

ポタンウキクサについては、前述した駆除作業によりワンドにおける大量繁茂を阻止することができたが、淀川本川においては、上流の発生源からの流下、本川河岸のオオカナダモ繁茂水域への漂着があったため、8月末頃までは大繁茂を抑制できたものの、図—2に示すとおり、9月下旬よりポタンウキクサの群落面積が急激に拡大する結果となった。

また、図—3に示すとおり、ポタンウキクサの繁茂範囲は①淀川本川河道内の水深の浅い環境、②庭窪ワンド、③城北ワンド及び④城北ワンド水路部に集中した。①についてはオオカナダモ群落が発形成される水深の浅い環境であり、ポタンウキクサの漂着・拡大が多く見られた。②～④については本川への開口部からポタンウキクサが侵入して拡大したものと考えられる。

3.2 アゾラ・クリスタータの分布状況

アゾラ・クリスタータについては、図—4に示すとおり、8月中旬から群落面積が急激に拡大し、ポタンウキクサに匹敵する程度となった。また、本種は消長が激しく、10月中旬以降急激に衰退した。分布は図—5に示すとおりであり、アゾラ・クリスタータはポタンウキクサと同様に浮標植物であるため、当初は淀川本川でも分布が確認されていたが、次第にポタンウキクサ等に駆逐された。ワンドにおいては水面を覆い尽くす状況になることもあったが、その明確な要因については不明であった。

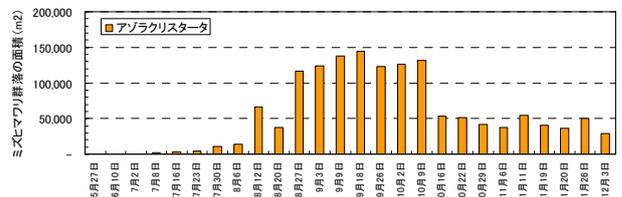


図—2 ポタンウキクサの繁茂面積の変化(淀川大堰～淀川新橋)

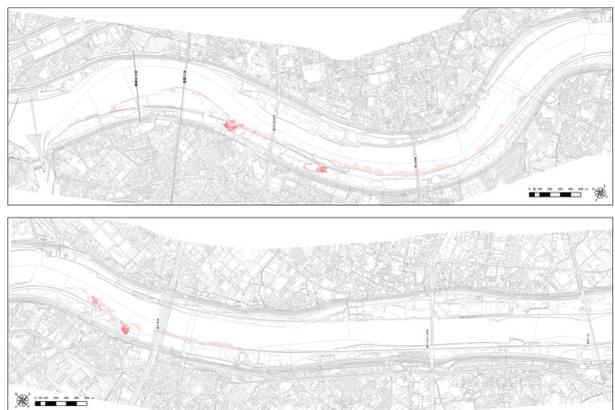


図—3 ポタンウキクサの分布状況(淀川大堰～淀川新橋)

2009年5月～12月の調査の重ね合わせ表示。赤色部分が濃いほど長期にわたって群落が存在していたことを示す。分布は本川が中心であり、ワンドにおいては駆除作業を行い、繁茂抑制にほぼ成功した。



図—4 アゾラ・クリスタータの繁茂面積の変化(淀川大堰～淀川新橋)



図—5 アゾラ・クリスタータの分布状況(淀川大堰～淀川新橋)

2009年5月～12月の調査の重ね合わせ表示。赤色部分が濃いほど長期にわたって群落が存在していたことを示す。特定のワンドにおいて、ワンド一面の分布が見られた。本川における分布はポタンウキクサ繁茂前である。

3. 3 ナガエツルノゲイトウの分布状況

ナガエツルノゲイトウは、図一6に示すとおり、調査を開始した5月時点で群落を確認された。駆除作業は行わなかったが、夏以降も群落面積の大規模な拡大は見られず、一定の規模で推移した。ナガエツルノゲイトウの分布は図一7に示すとおり、①城北ワンド及び②庭窪ワンドに集中した。①については、ワンドの水際部を中心に、②については水深が浅い区域でワンド全体に分布が広がっている状況であった。

なお、本種は年間の拡大量は多くないが、多年草であるため、経年的に継続するため、安定した環境に放置すると複数年をかけて大きく拡大する可能性がある。

3. 4 ミズヒマワリの分布状況

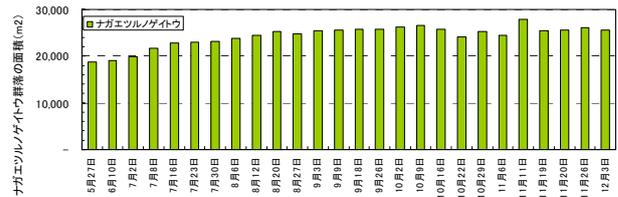
ミズヒマワリは、図一8に示すとおり、7月まで群落の拡大が見られたが、8月中旬以降は衰退し、一部のワンドを残して群落が消滅した（駆除作業は行っていない）。ミズヒマワリの分布は図一9に示すとおり、本川右岸河岸を中心に小さい群落が生息する状況であった。ミズヒマワリについては、淀川右岸に流入する芥川（高槻市）で多くの繁茂がみられた。ミズヒマワリは茎、葉の切片からも再生するため、それらが河岸に活着したものと推察される。なお、茎や葉は浮力が弱いので、ワンド等の閉鎖性水域までは到達せず、本川河岸を中心に分布を広げているものと推察される。

3. 5 分布の違いに応じた駆除対策

今回の調査によって、淀川下流部の本川及びワンドに生育する外来水草の分布状況を把握することができた。分布状況を整理し、表一2に示す。また、これらの結果より、各外来水草に適する駆除対策を行う場合には表一2に示す点に留意して行うことが重要である。

表一1 外来水草の分布域の特徴

種名	分布域の特徴	駆除対策を行う場合の留意点
ボタンウキクサ アゾラ・クリスタータ	ワンド等の閉鎖性水域及び本川河岸付近のオオカナダモ群落が形成される水深が浅い区域	定着せずに容易に分布を広げるため、早期の駆除により拡大を防ぐことが重要である。
ナガエツルノゲイトウ	ワンド等の閉鎖性水域の水際	拡大力は強くないが、多年草であるため、経年的な変化に留意して早期に対策を行うことが重要である。
ミズヒマワリ	本川河岸などの流下個体が活着しやすい箇所	ちぎれた茎や葉からの再生が旺盛で、容易に分布を広げるため、分布域の上流端から駆除を行うことが重要である。

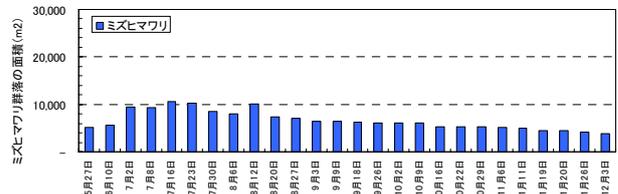


図一6 ナガエツルノゲイトウの繁茂面積の変化(淀川大堰～淀川新橋)

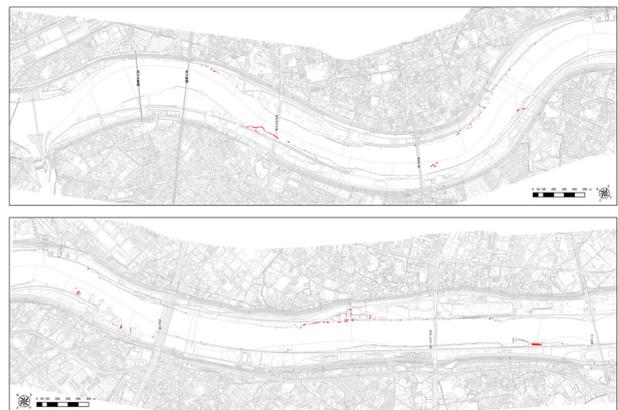


図一7 ナガエツルノゲイトウの分布状況(淀川大堰～淀川新橋)

2009年5月～12月の調査の重ね合わせ表示(赤色部分)。ナガエツルノゲイトウは水域から陸域にかけて定着する植物であるため、庭窪ワンドなどの水深の浅いワンドでは一面に繁茂している状況が見られた。



図一8 ミズヒマワリの繁茂面積の変化(淀川大堰～淀川新橋)



図一9 ミズヒマワリの分布状況(淀川大堰～淀川新橋)

2009年5月～12月の調査の重ね合わせ表示(赤色部分)。左岸を中心に本川河岸に多く分布している。なお、城北ワンド沖などに分布しているものは、オオカナダモ群落の最先端部にトラップされた個体群である。

4 ボタンウキクサ駆除効果の検証

平成 20 年度に実施したボタンウキクサの発生の初期段階からの駆除作業により、ワンド（閉鎖水域）では、ボタンウキクサの繁茂を抑制する効果をあげた。この作業効果を検証するため、生態学で個体群の拡大モデルとしてしばしば用いられるロジスティック曲線を用い、ボタンウキクサ個体群の成長モデルを作成した。検証は作成したモデルを用い、実際の駆除量と駆除しなかった場合の成長量の予測値とを比較することで行った。

4. 1 成長モデル

ボタンウキクサは原産国では多年草であるが、淀川下流域においては越冬できないため、生活史は一年草となる。このため、年齢構造（世代の違う個体が存在し、それぞれに増加率等が異なる構造）を持たない個体群としてモデルを作成した。モデルの基本式は以下のとおりである。

$$N_t = \frac{K}{1 + ae^{-rt}}$$

ここで N_t は時間 t における個体群サイズ（重量）、 K は環境収容力、 r は内的自然増加率、 a は任意の定数である。それぞれのパラメータの設定にかかるデータは写真-3 に示す菅原城北大橋上流左岸における調査で取得し、設定は表-2 に示すとおりである。

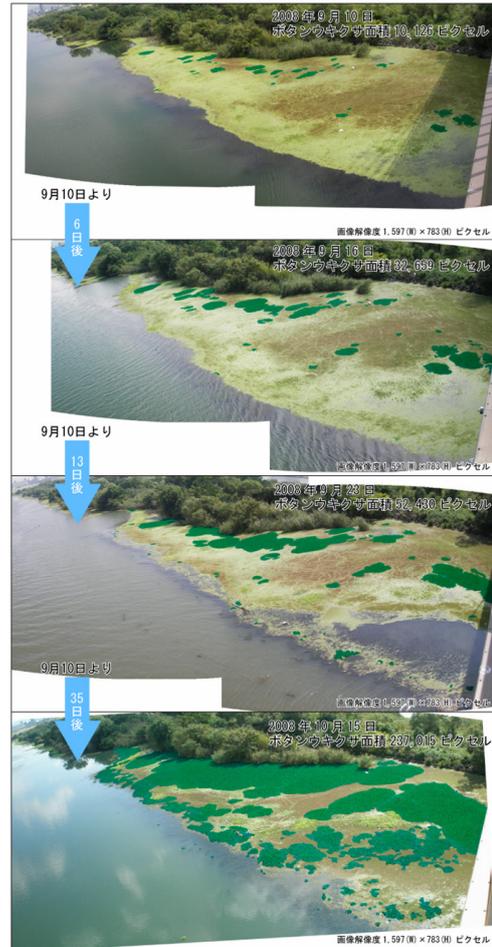


写真-3 菅原城北大橋上流左岸の状況

表-2 モデルで使用したパラメータの設定一覧

パラメータ	記号	次元	数値	パラメータの意味、設定根拠
環境収容力	K	Kg-wet	27,217	一定の環境が養うことができる環境資源の最大値。環境収容力は常に一定ではなく、外部要因によって変動する値である。 淀川においてボタンウキクサの群落は、ワンドや滞留することができるオオカナダモ群落が制限要因となる。そのため、ここでは実際に群落が形成された菅原城北大橋上流左岸のオオカナダモ群落の面積を環境収容力とした。
内的自然増加率	r	無次元	0.09	ある個体群の出生率から死亡率を引いた値。正の場合は個体数が増加し、負の場合は減少する。 ここでは、菅原城北大橋上流左岸のボタンウキクサ群落の35日間で群落面積が24倍という観測結果を使用して求めた。
定数	a	無次元	270	モデルを今回の観測結果の実日付に合わせるための係数（値を変更しても平行移動するのみ）。ここでは、菅原城北大橋上流左岸のボタンウキクサの観測結果と合うように設定した。

4. 2 成長モデルによる作業効果の検証

4.1 に示したモデルを用い、駆除したボタンウキクサの重量（実績）と、もし駆除しなかった場合に11月30日時点で繁茂したと推定される重量とを比較し、駆除の効果を検証した。その結果、図-10 に示すとおり、8月以前の駆除では1000倍以上、9月以降でも70倍程、トータルで170倍程度の駆除効果であった（すなわち、駆除しなかった場合には、170倍程度の重量にまで増殖していたと考えられる）。また、駆除作業を9月から開始した平成19年度と比較しても、平成20年度に実施した発生の初期段階からの駆除の効果は明確であった（図-11参照）。

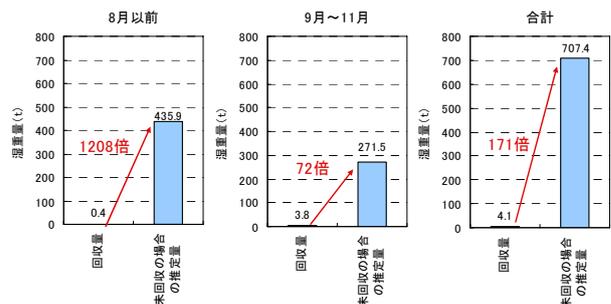
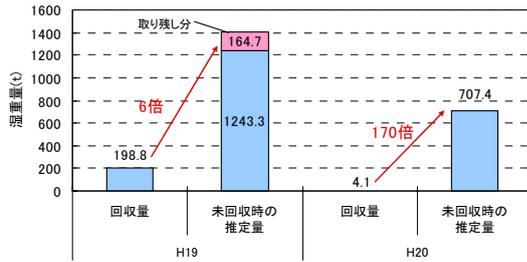


図-10 平成20年度の駆除量と未駆除の場合の推定量の比較



図—1 1 駆除量と未駆除の場合の推定量の比較

なお、本モデルでは、環境収容力を菅原城北大橋上流左岸のオオカナダモ群落の面積としている点や気温の低下に伴う植物体の活性の低下を考慮していないなど、様々な仮定を含んでいるため、絶対的な値についてはより詳細な調査結果を基にした検証が必要であり、あくまでも参考値である（概略比較のデータとしては利用可能な精度であると考えられる）。

5 今後の課題

5. 1 対策の優先順位の決定

外来水草の繁茂を抑制した後の水面（空席状態のスペース）は、他の類似の水草の侵入と異常繁茂が起こりやすく、単調な環境が形成されやすいと予想される。このため、外来水草の駆除作業時には、同じような環境に生育しうる他の外来水草についても繁茂状況を監視しながら必要な対策を検討・実施し、多様な水辺環境を保全していくことが重要である。

ボタンウキクサの例では、ボタンウキクサを駆除した水面にホテイアオイや近年確認されているアマゾンチカガミなどの繁殖力・拡大力の強い外来水草が侵入しているため、これらの種についても同時に駆除していくことが重要である。

5. 2 新たな外来水草への対応

現在の淀川では、ボタンウキクサについては効率の良い駆除方法が確立されつつあり、発生源対策も合わせて実施することにより、ボタンウキクサ根絶を達成できる可能性もあると考えられる。しかし、「個体が小さく完全駆除が難しいアゾラ・クリスタータ」、「陸域でも生育し着実に分布を広げるナガエツルノゲイトウ」、「繁茂範囲が広く、切片からも容易に再生するミズヒマワリ」「ボタンウキクサに匹敵する繁殖力を有するホテイアオイ」については対症療法的あるいは実験的な対策の実施にとどまっているのが現状である。

今後は、これらの外来水草を含めた総合的かつ効果的な駆除対策を確立するために、外来水草の発生・分布状況の経年的な記録や生態的な特徴の把握を行い、これらを踏まえた具体的な駆除対策・手順（マニュアル）の検討、継続的な駆除体制の整備と現地作業の実施が望まれる。

謝 辞

今回の調査は国土交通省近畿地方整備局淀川河川事務所発注の業務の中で実施したものです。調査を進めるにあたり、淀川河川事務所、淀川環境委員、大阪府水生生物センター、大阪自然史博物館から貴重なご意見、ご示唆を頂きました。ここに感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 角野康郎（2008年1月）日本における外来生物の現状と対策—植物を中心に、滋賀県琵琶湖環境科学研究センター第4回湖岸生態系保全・修復研究会資料
- 2) 環境省 外来生物法ウェブサイト
<http://www.env.go.jp/nature/intro/loutline/list/index.html>