

外来植物ボタンウキクサの繁茂特性と 維持管理手法に関する基礎的考察

FUNDAMENTAL STUDY ON THE CHARACTERISTICS OF AN INTRODUCED SPECIES NAMED WATER LETTUCE GROWING AND TECHNIQUE OF CONTROL

小笠原豊¹・須藤達美²・松田尚郎¹
Yutaka Ogasawara, Tatsumi Sutou and Hisao Matsuda

¹工修 パシフィックコンサルタンツ株式会社 (〒541-0052 大阪府大阪市中央区安土町二丁目3-13)

²正会員 工博 パシフィックコンサルタンツ株式会社 (〒163-0730 東京都新宿区西新宿二丁目7-1)

In recent years, Water lettuce (*Pistia Stratiotes L.*) explosively grows at Wando (riverside pool) in Yodo-river. Water lettuce grows and increases the population in Summer and Autumn and thickly covers the water surface, so it is concerned that it influences upon the native plants and the eco-system in Yodo-river. MLIT Yodogawa office removes Water lettuce every year using machines, but it cannot be a decisive solution to exterminate it. To achieve the extermination of Water lettuce in Yodo-river, authors studied the characteristics of Water lettuce investigating the condition of its growth.

In this study, it is cleared that (1)Water lettuce grows at the static water surface in such as Wando, (2)it prefers Brazilian elodea(*Egeria densa*) habitat, and (3)the characteristics of its growth is similar to that of Brazilian elodea. Furthermore, it is assumed that removing Water lettuce by man power using boats and nets before it grows and covers the water surface is the most efficient at small labor and cost.

Key Words : Water lettuce(*Pistia Stratiotes L.*), an introduced species, characteristics of growing, removing labor and cost

1. まえがき

淀川では、2000年頃から下流の淀川大堰～淀川新橋の区間を中心に夏季～秋季にかけて特定外来植物であるボタンウキクサ (*Pistia Stratiotes L.*) の異常繁茂が確認されている¹⁾。ボタンウキクサの異常繁茂は、水中への日光の到達を遮り植物プランクトンの光合成を妨げたり、冬季に枯死・腐敗すると固定化した気体由来の炭素が水中へ溶出し水域の水質汚濁につながるなど、在来種や河川環境への悪影響が懸念される。国土交通省近畿地方整備局淀川河川事務所（以下、淀川河川事務所）では、重機等を用いた回収作業を実施しているものの、対処療法的な対策にとどまり、毎年繁茂が確認され、根本的な解決には至っていない。

本稿は、淀川河川事務所から委託された対策・回収業務において、定期的な観察を行い、ボタンウキクサの繁茂状況を調査し、その要因を推定した。また、効率的な維持管理手法の立案に資するデータ収集を目的に実験的

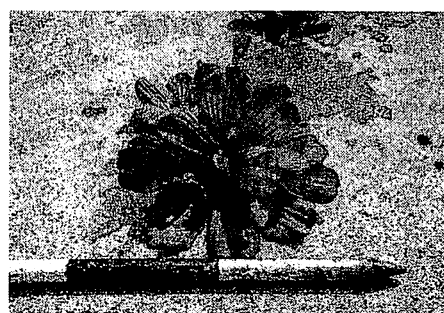


写真-1 ボタンウキクサ

に人力回収を実施した。回収に要する労力や費用に関する原単位を算出した上でボタンウキクサの回収パターンを想定し、回収労力と費用低減に向けた提案を行った。

2. ボタンウキクサの繁茂状況の調査

(1) ボタンウキクサの概要

ボタンウキクサ（写真-1）は、サトイモ科、熱帯性の

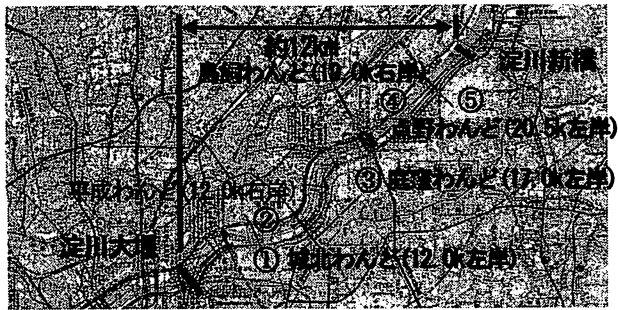


図-1 観察対象範囲とわんどの位置図

多年草である。子株を増やす栄養繁殖や種子によって増殖する。日本では主に観賞用として流通した²⁾。他の水生植物と比較して、水質浄化能力や増殖能力に優れ、一時期は水域の水質浄化手法として用いられた。

(2) 繁茂状況の調査結果

ボタンウキクサの繁茂状況の調査は2007年8月27日～2月17日に1～2週間間隔で実施した。調査場所は繁茂が著しいとされる淀川大堰～淀川新橋間の本川とわんど群（主に、城北わんど、平成わんど、庭窪わんど、鳥飼わんど、点野わんど）とした（図-1）。ボタンウキクサの繁茂状況の定期観察により、繁茂時期、範囲、面積の情報を収集した。なお、繁茂面積は、現地調査時に目視により繁茂範囲を地図（縮尺1/15,000）上に記録し、プランメーターを用いて繁茂面積を計測した。

ボタンウキクサの繁茂面積は、調査開始の8月27日に48,700m²であり、本川では低水護岸沿い、わんどでは陸沿いに繁茂していた。浮遊性植物のボタンウキクサは、流速が速い場所では静止せず、繁茂できないため、上記のような流速の影響が小さい場所に集中して繁茂すると推察できる。調査を継続する中で、ボタンウキクサは徐々に繁茂範囲を拡大させ、最大繁茂面積は11月10日に約179,600m²（本川約90,600m²、わんど約89,000m²）を記録したものの、冬季にかけて繁茂面積は減少し、2月17日には、植物体の枯死等で繁茂を確認できなかった（図-2）。

3. ボタンウキクサの繁茂要因の推定

気温、水温や地形などの物理環境要因と繁茂面積との関係をインパクト・レスポンス³⁾として調査し、ボタンウキクサの繁茂要因を推定した。

(1) 物理環境要因と繁茂の関係

ボタンウキクサの繁茂面積と物理環境要因の経日変化を比較した。なお、物理環境要因についてはボタンウキクサの繁茂に強い影響を及ぼすと推察できる項目を選択し（表-1）、ボタンウキクサの繁茂面積と物理環境要因の経日変化を比較した。面積のピークと物理環境要因の

表-1 物理環境要因と出典

物理環境要因	地点	出典
平均気温	大阪	気象庁公開データ ⁴⁾
日日照時間	大阪	気象庁公開データ ⁴⁾
日全天日射量	大阪	気象庁公開データ ⁴⁾
水温	柴島	淀川河川事務所データ ⁵⁾
日降水量	大阪	気象庁公開データ ⁴⁾

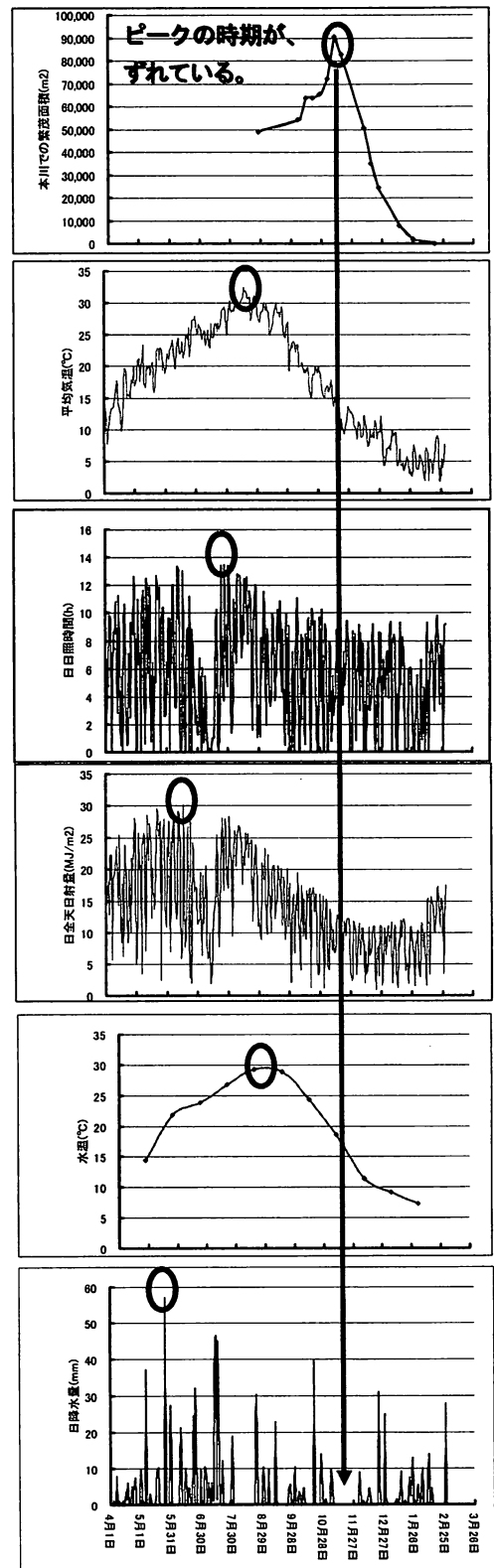


図-2 繁茂面積と物理環境要因の経日変化の比較

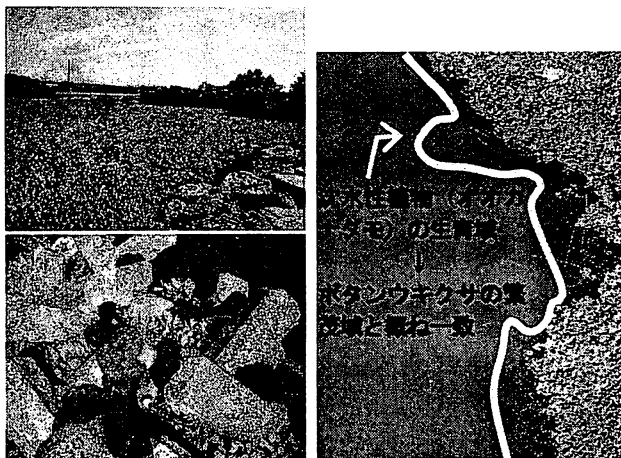


写真-2 ボタンウキクサの繁茂域の状況（左上：わんど，
左下：異形ブロック，右：沈水性植物の生育域）

ピークはズレがあり，増減が生じる時期についても明確な相関はみられなかった（図-2）。

(2) 水量と繁茂の関係

現地調査の結果，ボタンウキクサが繁茂する場所はそのような流速という水理学的な要因に大きく関係していた（写真-2）。

①わんど等の静水域

②異形ブロック等構造物が設置された水域

③流れがある本川の沈水性植物が生育する水域

①②は静水面であり流速がなく，水理条件から，浮遊性植物であるボタンウキクサの生育に適していると考えられる。一方，③の水域には流速があり，水理条件から浮遊性植物であるボタンウキクサの繁茂には適さないが，水中を調査した結果，沈水性植物にボタンウキクサの根がからまり，ボタンウキクサが沈水性植物の上で静止して繁茂していることが明らかになった。沈水性植物はオオカナダモであった（写真-2右）。

これらの結果を踏まえると，ボタンウキクサの異常繁茂とオオカナダモの存在に何らかの関係があると考え，ボタンウキクサの繁茂特性とオオカナダモの生長特性について調査した。

Haramotoらはオオカナダモの体長が水温が上昇する夏季～秋季に大きくなり，水温が低下する冬季に小さくなることを明らかにしている⁶⁾。ボタンウキクサの繁茂面積は夏季～秋季にかけて増大し，11月10日に最大となり，冬季は減少した（図-3）。繁茂面積の変化は，オオカナダモの生長特性と一致することから，ボタンウキクサの繁茂特性とオオカナダモの生長特性との関係は大きいことが推察できる。ここで，図-3から，夏季から秋季にかけてオオカナダモの体長は概ね1.5mになっていることが分かる。

現地調査結果に基づき，ボタンウキクサが繁茂している場所の横断形状を調べると，水深は1.5m以上となっていたことから（図-4），オオカナダモの植物体が水面

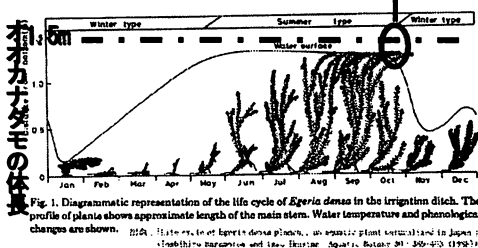
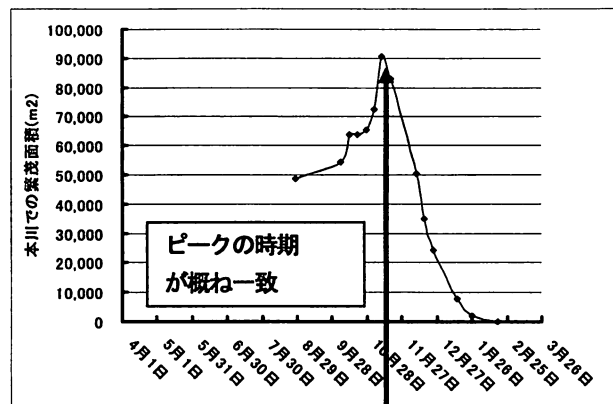


図-3 ボタンウキクサの繁茂面積とオオカナダモの生長特性の比較

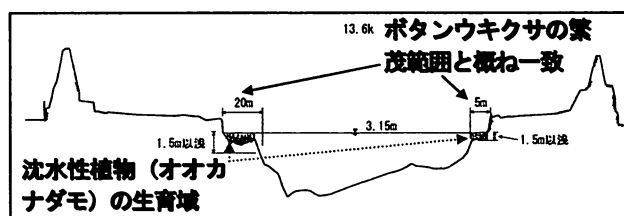


図-4 ボタンウキクサの繁茂場所と水深の関係

表-2 ボタンウキクサの繁茂対策

手法	事例	概要
化学的対策	アメリカ	複数の農薬がボタンウキクサの枯死に有効であった。
生物敵対策	アメリカ	ゾウムシの一種がボタンウキクサの防除に有効である。
物理的対策	日本等	人力，機械，船舶などで植物体を直接水系外へ除去する。

まで生長し，ボタンウキクサの根が絡まりやすくなり，水面に静止することができたため，流速がある本川でもボタンウキクサが繁茂したと推察できる。これらの結果より，淀川におけるボタンウキクサの繁茂には沈水性植物の生育が大きく関係していることが示唆された。

4. ボタンウキクサの対策手法の検討

ボタンウキクサは増殖能力の高さから，毎年，繁茂を繰り返しており，根本的な対策を講じない限り，今後も繁茂が予想される。

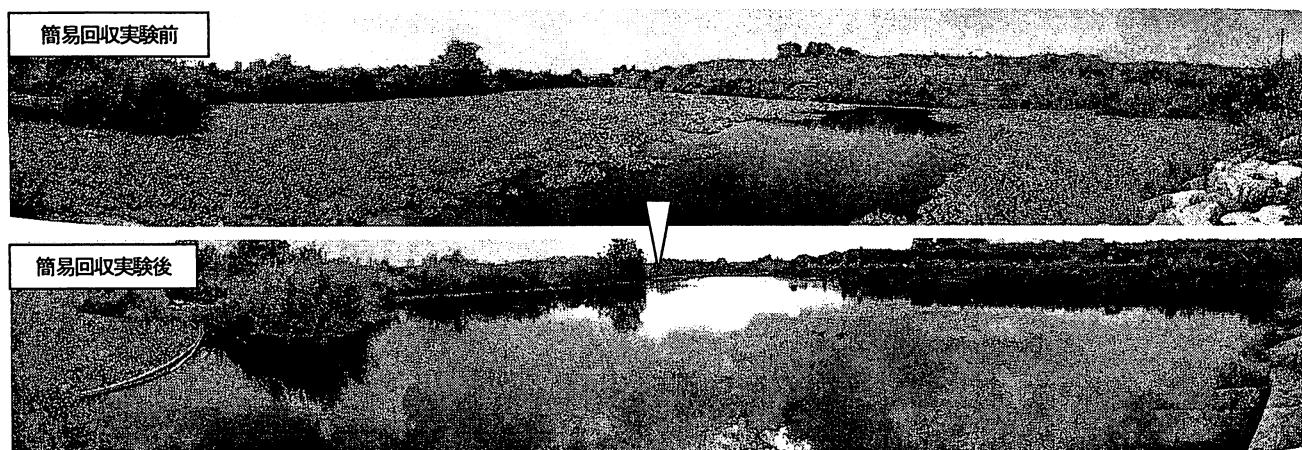


写真-3 「繁茂後」を想定した人力による簡易回収実験実施前後の平成わんど2号の状況

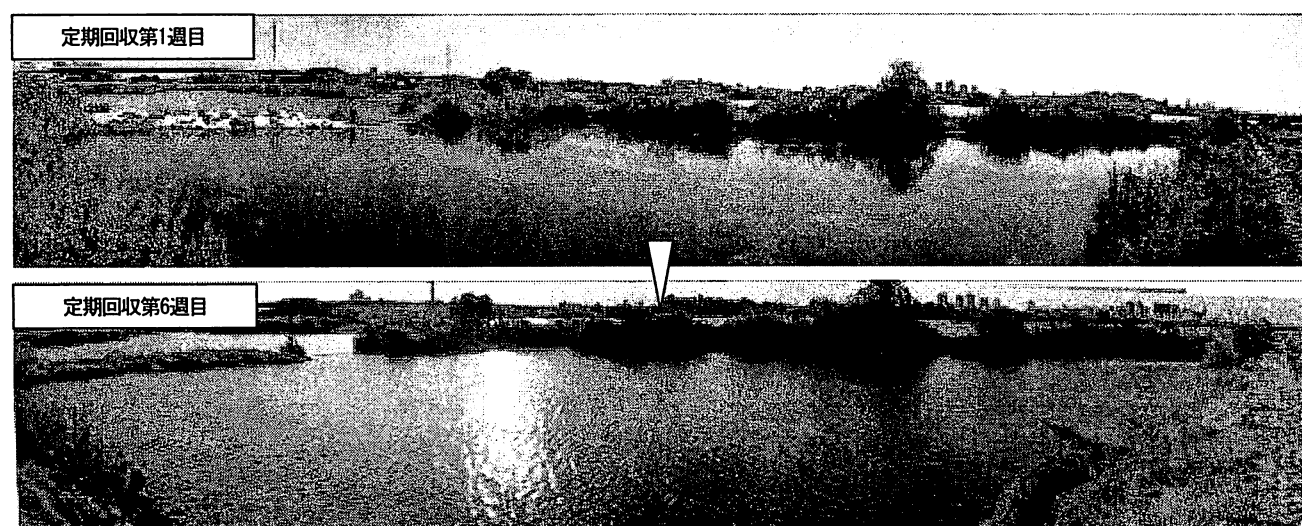


写真-4 「繁茂後」を想定した人力による簡易回収実験（定期回収）実施前後の平成わんど2号の状況

表-3 人力・機械・船舶回収の長所・短所

	長所	短所
人 力	・小さな株も回収できる ・複雑な地形にも対応可能	・回収効率は低い ・作業効率が水温や物理環境などに左右される
機 械	・効率的に回収できる	・小さな株を回収できない ・散在した株を一箇所に集める必要がある
船 舶	・深い場所や流れのある本川での作業が可能	・ある程度深さと面積がある水域のみ適用可能である

化学的・生物的・物理的手法から対策手法を選択し、考慮すべき対策方針から人力回収を選択した。

(1) ボタンウキクサの繁茂対策

ボタンウキクサの繁茂対策には、化学的・生物的⁷⁾・物理的^{8)・9)}な対策がある（表-2）。ただし、化学的・生物的な対策は、淀川の在来種や河川環境などボタンウキクサ以外への影響が考えられるため、ここでは物理的対

策を選定した。

(2) 回収方法の検討

物理的対策には、人力・機械・船舶などの手段が考えられるが、以下の対策方針と各手段の長短所を考慮し（表-3）、ここでは、生長前の小さな株も回収可能であり、複雑な地形にも対応できる人力回収が適切であると判断した。

- ①淀川の在来種や河川環境への影響を考慮し、繁茂させないことを最優先とする。
- ②そのためには、繁茂後の対処療法的な回収でなく、繁茂前の予防的な対策が必要である。
- ③繁茂前の低密度な生育状況では、細かい回収作業が適する。

5. 維持管理手法の考察

ボタンウキクサを対象とした効率的な維持管理手法の

表-4 ケース1（繁茂前からの回収）の労力と費用

項目	数量	備考
①実施日数	30日(週)	7月～1月
②単位日当たり作業時間	1時間	
③単位日当たり作業人数	3人	
④単位日当たり作業員単価	13,100円	7時間当たり
⑤小計1	168,500円	①×②×③×④/7
⑥単位日当たり処分費	0.72円/日	
⑦小計2	21.6円	①×⑥
必要金額 (⑤+⑦)	168,600円	十円単位切り上げ

表-5 ケース2（繁茂後からの回収）の労力と費用

項目	数量	備考
①実施日数	5日	
②単位日当たり作業時間	7時間	
③総作業人数	28人	
④1人当たり作業員単価	13,100円	
⑤小計1	183,400円	③×④
⑥実施日数	20日(週)	9月第3週～1月
⑦単位日当たり作業時間	1時間	
⑧単位日当たり作業人数	3人	
⑨単位日当たり作業員単価	13,100円	7時間当たり
⑩小計2	112,300円	①×②×③×④/7
⑪繁茂後処分費	11,982円	
⑫繁茂前単位日当たり処分費	0.72円/日	
⑬小計3	11,996円	①+⑥×⑫
必要金額 (⑤+⑩+⑬)	307,700円	十円単位切り上げ

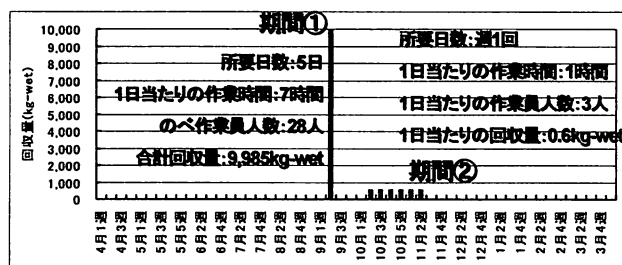


図-5 繁茂前後の回収量の推移

立案に資するデータ収集を目的に、特定のわんどを対象としてボタンウキクサが爆発的に繁茂する前に同種を回収する「ケース1」と繁茂後に回収する「ケース2」の2ケースを想定し、人力による簡易回収実験によって回収労力の原単位を算出し、経済性の評価を行った。

(1) 繁茂前後における簡易回収実験による原単位の算出

9月11日（第2週）時点で平成わんど群の下流に位置する平成わんど2号全体にボタンウキクサが高密度に繁茂していた（写真-3）。繁茂している状態を「繁茂後」、ボタンウキクサを全て除去した状態を「繁茂前」と想定

表-6 ケースごとの処分費

項目	繁茂前 (ケース1)	繁茂後 (ケース2)
①1回あたり回収量	0.6kg-wet	9,985kg-wet
②減量化率	80%	
③減量後の乾燥重量 (①×(1-②/100))	0.12kg-dry	1,997kg-dry
④処分費	6円/kg-dry	
必要金額 (③×④)	0.72円	11,982円

し、繁茂前後の人力回収に必要な労力や時間といった調査した。

「繁茂後」の人力回収には、延べ28人、5日間を費やし、回収量は約9,985kg-wetであった（写真-3、表-4、図-5期間①）。その後、再繁茂を防ぐために一週間ごとに人力回収を実施した。3人、1時間、回収量0.6kg-wet程度で再繁茂は確認されなかった（写真-4、表-5、図-5期間②）（10月10日～11月14日に行った6回の平均データ）。一週間に1回の定期回収によってボタンウキクサの繁茂を防ぐことが可能であり、また、繁茂前から定期的に積極的に人力回収を行うことが有効であることが示唆された。

(2) 経済性の評価

「繁茂前」または「繁茂後」から開始する人力回収をそれぞれケース1、ケース2とした両手法の経済性を評価した。なお人件費は普通作業員13,100円/日（H19国土交通省単価）とした。平成わんど2号を対象に9月第2週までにボタンウキクサが繁茂し、2月～6月はボタンウキクサが繁茂しないと仮定した（2008年2月～6月調査実績）。

なお、処分費は、次のように考える。1回あたりの回収量は繁茂前0.6kg-wet、繁茂後9,985kg-wet、天日乾燥で80%減量化し（乾燥実験実績）、6円/kg-dryの処分費（淀川近隣市の水草処分費用ヒアリング結果より）が必要である。その結果、処分費は「繁茂前」で1回0.72円、「繁茂後」で1回11,982円となる（表-6）。

「ケース1：繁茂する前から予防的に同種を回収する（回収頻度は週1回ペース）」

- ・実施日数：30日（7月～翌年1月まで）
- ・1日当たりの作業時間：1時間
- ・1日当たりの作業員単価：13,100円
- ・1日当たりの作業員人数：3人

「ケース2：繁茂後に回収し、その後再繁茂防止のために維持管理する（回収後の回収頻度は週1回ペース）」（繁茂後）

- ・実施日数：5日（第2週）
- ・作業員人数：延べ28人
- ・1人当たりの作業員単価：13,100円

（回収後：再繁茂を防ぐことを目的とした回収）

- ・実施日数：20日（9月第3週～翌年1月まで）

- ・1日当たりの作業時間：1時間
- ・1日当たりの作業員単価：13,100円
- ・1日当たりの作業員人数：3人

表-4, 5にケース1, 2の必要金額を算出した。ケース1では約17万円, ケース2では約31万円必要となり, ケース1の方が経済的に有利であることが示された。また, 平成わんど2号の面積は約1,790m²であり, 2. ボタンウキクサの繁茂状況の調査の結果より, 本川とわんどにおける最大繁茂面積は約100倍の179,600m²であるので, 人力回収作業量も単純に比例したと仮定すると, ケース1では1,700万円, ケース2では3,100万円となる。2007年9月18日の京都新聞には, 淀川河川事務所が2006年に約2,000万円の費用を投入してボタンウキクサを機械回収および適正処分している記事が掲載されている。したがって, 淀川大堰～淀川新橋のボタンウキクサを人力で早期(繁茂する前)に週1回の頻度で回収した場合(ケース1), 従来の機械回収の回収費用よりも安価であることが示された。さらに, 「ケース1」は繁茂する前にボタンウキクサを除去する手法であるため, 淀川の在来種や河川環境, 景観にも悪影響を与えず, 有効な手法であるといえる。

6. 結論

本稿では, 以下の事項を結論として示す。

- ・ボタンウキクサの繁茂要因は, 繁茂時期はオオカナダモの生長特性と概ね一致し, 静水面またはオオカナダモなどの沈水性植物に根を絡ませて水面に静止することで繁茂している可能性が高いことを明らかにした。
- ・繁茂前から予防的に早期に回収を実施することは, 回収労力と費用の軽減につながり, 安価で効率的な維持管理を実現できる。
- ・繁茂前からの対策によって, 水質汚濁などのボタンウキクサの繁茂が招く河川環境への悪影響を回避できる。

7. 今後の課題

今後の課題は, 生態学的, 工学的な観点からのボタンウキクサの繁茂特性の知見の収集や回収実績を蓄積し, より効率的な維持管理手法を確立することと本稿でフィールドとした淀川以外でも適用可能な汎用性の高い維持管理手法を目指すことである。

本稿では明らかにできていない春季～夏季のボタンウキクサの生長特性を調査し, 最適な維持管理開始時期の設定等に活用する。また, 増殖速度実験を行い, 人力回収頻度を季節別に効率的に設定する。さらに, 沈水性植物を含めた繁茂調査や発生源調査を実施し, 適切な対策を検討することで, 撲滅という根本的な解決に到達すると

考えられる。

こうした知見の蓄積は, 維持管理手法の汎用性を高め, 淀川以外の繁茂特性が異なるフィールドでも適用可能な維持管理手法の確立につながる。

8. あとがき

本稿を執筆するにあたり, 文献等でボタンウキクサの繁茂や対策事例を調査したが, 外来種のこうした問題に関する報告は, 生態学的観点のみからの調査報告や工学的観点のみからの対策報告が多かった。

本稿では, 生態学的観点から繁茂特性を調査し, 工学的観点から繁茂要因の解明と維持管理手法を検討し, ボタンウキクサを対象とした外来種問題に対して, 生態学的・工学的の両観点からアプローチした。

特に, 回収労力や費用の原単位を算出したことは, 同種の対策に活用できる情報であると考えられる。

今後の外来種対策では, 従来の学問領域による一側面からの調査・対策ではなく, 学際的な領域の総合的な検討が必要である。

謝辞：ここで用いたデータは, 淀川河川事務所, 大阪府環境農林水産総合研究所「水生生物センター」で取得されたものであり, とりまとめにあたり関連する情報も提供していただいた。ここに記して, 謝意を表します。

参考文献

- 1) 持田誠, 三浦善裕：淀川ワンドのボタンウキクサ, 水草研究会会報No.72,2001,pp.1～4
- 2) 環境省：環境省ウェブサイト,
<http://www.env.go.jp/nature/intro/outline/list/L-syo-11.html>
- 3) 中村太士, 辻本哲郎, 天野邦彦：川の環境目標を考える, 技報堂出版, 2008
- 4) 気象庁：気象庁ウェブサイト,
<http://www.data.jma.go.jp/obd/stats/etrn/index.php>
- 5) 淀川河川事務所：淀川河川事務所ウェブサイト,
<http://www.yodogawa.kkr.mlit.go.jp/know/data/water/05-wq-data.html>
- 6) Toshihiro Haramoto and Isao Ikusima : Life cycle of *Egeria densa* planch., an aquatic plant naturalized in Japan, Aquatic Botany 30, 1988, pp389-403.
- 7) APCOSC : The Aquatic Plant Control Operations Support Centerウェブサイト,
<http://www.saj.usace.army.mil/conops/apc/apc-page.html>
- 8) 児嶋清：浮遊性雑草ボタンウキクサの発生, 植調 Vol. 33, No. 1, 1999, pp. 3～13
- 9) 上赤博文：佐賀平野で猛繁殖したボタンウキクサ, 水草研究会会報No. 68, 1999, pp. 15～17

(2009. 4. 9受付)