

第3章 調査結果

3-1 ヒアリング調査

3-1-1 ハス群落及び周辺環境に係るヒアリング

現地調査を適切に実施するため、ハス群落及び地域の環境に精通した専門家から手賀沼の生物とハス群落の関連性等に関する知見を得た。

(1) 調査方法

本調査では表 3-1-1 に示す 3 氏に対して、ヒアリング(聞き取り調査)により実施した。

表 3-1-1 ハス群落及び周辺環境に係るヒアリング先

調査内容	調査先
ハス群落及び周辺環境	東京大学大学院新領域創成科学研究科 教授 山室真澄 氏
手賀沼の動植物	千葉県手賀沼親水広場 所長 須藤雅彦 氏
手賀沼の鳥類	我孫子市鳥の博物館 学芸員 時田賢一 氏

(2) 調査結果

ヒアリングにより得られた知見を表 3-1-2～表 3-1-4 に示す。(詳細な議事録は資料編を参照)

表 3-1-2 ハス群落及び周辺環境に係るヒアリング結果 (1)

調査先: 東京大学大学院 山室真澄 教授	調査日: 平成 21 年 5 月 19 日(火)
<p><u>ハス植物体の採取について</u> コドラート枠はバイオマス測定のために設定するもので、この部分の採取は必須だが、分析試料が不足する場合は新たに方形枠を設定し採取すること 古い株の根と新しい株の根で分析結果に差が出る可能性がある 明瞭な外見の差が見られた場合、可能な範囲で株ごとに分けて分析することが望ましい</p> <p><u>底質調査について</u> 繁茂期にエクマンバージ式採泥器が入る隙間がない場合は、樹脂管等を湖底に打ち込み採泥すること</p> <p><u>鳥類調査について</u> 市民に実際の調査に関わってもらい、手賀沼の環境に興味を持ってもらうことを目的の一つとしている</p> <p><u>底生生物調査について</u> 繁茂期にエクマンバージ式採泥器が入る隙間がない場合、コドラート枠を設定し内部の泥を採取すること ハスの茎に付着している底生生物を洗い落とし、サンプルに含めること</p> <p><u>その他</u> 調査地点には竹竿などでマークし、次回調査時の目印とすること 特定外来生物が採取された場合の取り扱いに注意すること</p>	

表 3-1-3 ハス群落及び周辺環境に係るヒアリング結果 (2)

調査先: 千葉県手賀沼親水広場 須藤雅彦 所長	調査日: 平成 21 年 5 月 19 日(火)
<p><u>鳥類調査について</u> ヨシが生長したらハス群落上の観察が難しくなるため、ハス群落の上流・下流端付近に設定する定点を検討し、ハス群落全体を見渡すことが望ましい できれば船を出し、沼上に定点を設けることが望ましいが、市民主体の調査であるため、調査目的を考慮し、実施可能な方法を検討する必要がある</p> <p><u>魚類調査について</u> ハス群落が産卵場となっているか、仔稚魚の生息場となっているか等も検討可能な調査を行ってほしい</p> <p><u>昆虫類調査について</u> 面積的に広がりがあるヒメガマ群落、もしくはマコモ群落を対象区として調査地点に設定すると、ハス群落との比較が行えると思われる</p> <p><u>その他</u> 手賀沼の生物相は季節変動が大きいので、本来は数回調査を行うことが望ましいが、今回は夏季 1 回なので、最上の結果が得られるよう調査日程・調査場所・調査方法を慎重に検討する必要がある</p>	

表 3-1-4 ハス群落及び周辺環境に係るヒアリング結果 (3)

調査先: 我孫子市鳥の博物館 時田賢一 学芸員	調査日: 平成 21 年 6 月 12 日(金)
<p><u>鳥類調査について</u> 鳥類が活発に活動する時間帯は早朝のため、早い時間から調査を行うことで、多種の確認が期待できる 船上調査は、ハス群落内にいる鳥類の追い出し効果や、鳴き声確認などには有効であるが、生態の把握などには不向きと考える。調査目的により調整する必要がある 市民調査員としては、手賀沼近辺に在住の野鳥の会及び野鳥を守る会メンバーなら早朝調査も支障にならないと考える</p>	

3-1-2 ハスの維持管理等に係る事例調査

国内にはハス群落の繁茂が問題となっている湖沼やハスを積極的に利用している公園等が数多く存在する。本調査ではこれらの施設におけるハスの利用状況や維持管理の状況をアンケートとヒアリングにより調査した。

(1) 調査方法

国内でハス群落の繁茂が問題となっている湖沼やハスを積極的に利用している施設から、手賀沼におけるハスの維持管理方針を検討するにあたり参考になるとと思われる湖沼・施設を選定し、アンケート及びヒアリングにより、その維持管理方法等を調査した。

選定した調査先と選定理由及び調査方法を表 3-1-5 に示す。

(アンケート票は資料編を参照)

表 3-1-5 ハスの維持管理に係るアンケート及びヒアリング先

調査先	選定理由	調査方法
<u>弘前公園 蓮池</u> 弘前市商工観光部公園緑地課	ザリガニ食害で全滅後、2004 年から再生事業に着手している	アンケート
<u>伊豆沼・内沼</u> 宮城県環境生活部自然保護課 自然再生事業担当 財団法人 宮城県伊豆沼・内沼環境保全財団	ラムサール条約登録湿地で、環境保全に努めている 繁茂しすぎたハスの刈取りを行っている	アンケート ヒアリング
<u>古代蓮の里</u> 行田市役所まちづくり推進課 公園担当	古代蓮の里友の会が年 1 回奉仕活動を行っている	アンケート
<u>内牧黒沼公園</u> 春日部市役所建設部公園緑地課 公園緑地担当	市の事業として、休耕地にハスを植栽し、現在も拡大を計画中	アンケート
<u>荒川花ハス園</u> 秩父観光協会荒川支部 事務局 荒川商工会	市を挙げてハスを観光資源として活用している	アンケート
<u>水郷佐原水生植物園</u>	千葉県内の市立植物園 300 種以上のハスを栽培している	アンケート
<u>水元公園</u> 財団法人 東京都公園協会公園事業部	水生植物の保全・展示・復元管理作業などを行っており、管理作業を学ぶイベントも実施している	ヒアリング
<u>琵琶湖 (赤野井湾)</u> 滋賀県河港課 / 滋賀県琵琶湖再生課	ヨシ帯復元のため、ハスの刈取りを行っている	アンケート

(2) 調査結果

アンケート調査結果の概要を表 3-1-6～表 3-1-8 に、ヒアリング調査により得られた知見の概要を表 3-1-9～表 3-1-10 に示す。(アンケート回答及び詳細な議事録は資料編を参照)

表 3-1-6 ハスの維持管理に係るアンケート調査結果 (1)

調査先	調査結果
弘前公園 蓮池	<p><u>ハス群落の状況</u> 利用: 観賞用 面積: 約 8,000m² 水深: 池中心部で約 140cm、晩秋に水位低下 底質: 粘土質 (下層は礫質) 水質: COD 4.3mg/L、T-P 0.8mg/L、SS 0.067mg/L 変化: 面積拡大、花付き向上</p> <p><u>維持管理について</u> 群落拡大を目的とする ・植栽(H14～16) アメリカザリガニ食害を防止するために金網枠内に植栽 ・枯れた葉茎の抜取り(春または秋) 景観保持のため ・アメリカザリガニの駆除 (捕獲、ナマズ放流、池水の入替時カラスによる捕食)</p> <p><u>その他</u> 池全体(約 11,000m²)に生育していたハスが H8 に全滅 アメリカザリガニによる食害と判明し、駆除を続けた結果 7～8 割まで回復 今後は枯茎葉の刈取りのみを行う予定</p>
伊豆沼・内沼	<p><u>ハス群落の状況</u> 利用: 観賞用・観光資源(ハス祭り) 面積: 伊豆沼(1.44km²)の 39%、内沼(0.55km²)の 45% 水深: 沼の平均 70cm、最大水深 160cm 程 底質: 軟泥 水質: pH 7.4、DO 7.6mg/L、BOD 2.3mg/L、COD 9.8mg/L T-N 0.86mg/L、T-P 0.072mg/L、SS 10mg/L 変化: 面積拡大、浅底化、富栄養化</p> <p><u>維持管理について</u> 群落縮小、枯死体による浅底化防止、水質改善を目的とする ・刈取り(H21.7) 約 3.5ha 湿重量 12t を刈取った</p> <p><u>特記事項</u> 河川区域のため管理は宮城県土木部河川課が担当 環境生活部自然保護課ではラムサール条約登録湿地としての環境保全を担当</p>

表 3-1-7 ハスの維持管理に係るアンケート調査結果 (2)

調査先	調査結果
古代蓮の里	<p><u>ハス群落の状況</u> 利用: 観賞用 面積: 14,350m² 水深: 30cm 以浅 底質: 田土 水質: 未測定 変化: 変化なし</p> <p><u>維持管理について</u> 花付き向上、生態系維持を目的とする ・根の入替(3月下旬～4月上旬) ・施肥(3～7月に5回) ・花托を含む刈取り(12～2月) ハスの育成には不要、美観維持のため ・間引き(3～5年に1度) ・水位調節(適時)</p>
内牧黒沼公園	<p><u>ハス群落の状況</u> 利用: 観賞用 面積: 5,694m² 水深: 30cm 以浅 底質: 粘土質 水質: pH 6.37～6.5、T-P 7.8～9.2mg/100mg 変化: 貧栄養化</p> <p><u>維持管理について</u> 生育密度向上、花付き向上を目的とする ・植栽(H17,21) 園内一部に人工池を築造、市外からも見物客が訪れる ・施肥(H17～) 生育向上のため ・土壌分析(H21) 病気抑制のため</p>
荒川花ハス園	<p><u>ハス群落の状況</u> 利用: 観賞用、生花、食用(試験中) 面積: 6,000m² 水深: 30～60cm 底質: 粘土質 水質: 未測定 変化: 面積拡大、花付き悪化(花の大きさに変化あり)</p> <p><u>維持管理について</u> 群落縮小、花付き向上を目的とする ・施肥(4～6月) 油かす・有機肥料を中心に少量を施肥し、花付きが向上 ・刈取り(10・3月) ハス根の拡大を防ぐため10月に周辺部、3月に中央部で茎～花托を刈取り ・水位調節(年間) 水位と水温を一定に保つ</p> <p><u>特記事項</u> ハス群落の拡大しすぎを防ぐことが課題(人手・予算) 花托を1本100円で販売、間引き作業参加者にはレンコンを配布 ハスの葉茶、ハスの葉線香を試作中</p>

表 3-1-8 ハスの維持管理に係るアンケート調査結果 (3)

調査先	調査結果
水郷佐原水生植物園	<p><u>ハス群落の状況</u> 利用： 観賞用 面積： 734m² 水深： 30～60cm、晩秋に水位低下 底質： 粘土質 水質： 未測定 変化： 変化なし</p> <p><u>維持管理について</u> 花付き向上を目的とする ・植替え(3～4月) ・施肥(5～6月) ・枯葉の刈取り(10月) 美観維持のため</p>
琵琶湖 (赤野井湾)	<p><u>ハス群落の状況</u> 利用： 観光資源(県として利用してはいない) 面積： 約 16ha 水深： 150cm 以深 底質： シルト質 水質： pH 8.8、DO 9.3mg/L、BOD 1.8mg/L、COD 4.4mg/L T-N 0.39mg/L、T-P 0.033mg/L、SS 4mg/L 変化： 面積拡大</p> <p><u>維持管理について</u> 群落縮小、水質改善、生態系維持を目的とする ・刈取り(6・8月)</p> <p><u>特記事項</u> ハス密生により湖流が停滞し、汚泥が堆積するなど水質面の悪影響 ヨシ群落保全条例に基づく保護区域外で H20 年度に試験的に刈取り 2 回刈取った範囲では翌年新芽の抑制効果が確認された (1 回目:6月 5,589m² 21.54t、2 回目:8月 900m² 5.2t)</p>

表 3-1-9 ハスの維持管理に係るヒアリング調査結果 (1)

<p>調査先: 伊豆沼・内沼サンクチュアリセンター 嶋田哲郎 主任研究員</p>	<p>調査日: 平成 22 年 1 月 27 日(水)</p>
<p><u>ハス群落の変遷について</u> 過去に 2 回(1980 年、1998 年)冠水によりハス群落が消滅したが、埋土種子や残存株から回復し、現在は沼の 5~6 割がハスに覆われている ハスの葉は 4 日間程度の冠水で枯死し、その後根茎や根も窒息により枯死する可能性が高い ハスは沼の沿岸から中央部まで全面に分布し、水深、風、波浪による影響はほとんど見られない</p> <p><u>ハス群落と生態系の関りについて</u> オオハクチョウはハスの根や根茎を食べる 食圧をうけた箇所では翌夏の生育密度が低くなるようだ カモ類は基本的にハスを食べず、風や波浪を避けられる休息場として利用 伊豆沼・内沼自然再生事業では、透明度が高く抽水植物や沈水植物が繁茂する環境を目標としているが、ハス群落が日射を遮ることで沈水植物の生育を妨げている可能性がある</p> <p><u>ハス群落の維持管理について</u> 栄養塩類の排出効率を考慮すると夏季の刈り取りが望ましいが、8 月に開催されるハス祭りへの影響を避けるため、9 月に観光船のルート外で刈り取った 地域関係者による検討会を設置し、刈り取り方法や処理方法を協議している 刈り取り作業は漁協の協力により、全て手作業で実施 刈り取り部位は船上から鎌が届く範囲(葉身・葉柄) 小規模の試験的な刈り取りのため、拡大抑制効果はほとんど感じられない 一番葉(5 月頃)の浮葉を刈り取ると、茎から水が浸入し、窒息によりハスを枯死させられる可能性がある</p> <p><u>刈り取ったハスの利用について</u> H20 は一部を和紙に加工、残りは栗原市の協力により一般廃棄物として焼却 H21 は一部を和紙や工芸品として利用、残りは粉碎・堆肥化して農家に配布(ブランド米生産を検討中) 和紙は表彰状、名刺への利用を検討中</p> <p><u>伊豆沼の水質について</u> 窒素、りん、COD に顕著な変化はなく、ほぼ横ばい 流入負荷は少なく、内部生産負荷(冬季北西風による底泥巻上げ、底泥からの栄養塩類溶出)が大きいと考えられる</p> <p><u>伊豆沼とハス群落の利用について</u> 周辺では休耕田を利用したハス栽培(霞ヶ浦より移植の食用種)が盛んで、ハス料理や工芸品をPRしている 盆休みと重なるハス祭りには 10 万人以上の来客がある 花付きはエリアによって異なるため、3 本ある航路のうちその時々で最も花付きの良い航路を使う 伊豆沼のハスは手賀沼と比べて花付きが良く、多くが葉より上で開花する 定期的な攪乱によりハス密度が適正に維持されている可能性がある</p>	

表 3-1-10 ハスの維持管理に係るヒアリング調査結果 (2)

<p>調査先: 水元公園サービスセンター 白石和光 技術係長</p>	<p>調査日: 平成 22 年 2 月 1 日(月)</p>
<p><u>水元公園におけるハス群落の変遷について</u></p> <p>以前は小合溜全域に沈水・抽水植物が見られたが、水質悪化に伴い消滅した その後、旧水産試験場のハス池(人工管理)から逸出したハスが小合溜に続く中央水路(幅 10m、水深 10～30cm)に繁茂するようになった ハスは数年のうちに水路を 550mほど進展し、現在も伸びているがこの先には堰があるため根茎による進展は不可能と思われる 種子は堰を越えて小合溜内に流入しているが、今のところ付近では根付いていない 上野恩賜公園のハスは水元公園から移植されたものと言われている</p> <p><u>水元公園のハス群落の状況</u></p> <p>夏になると水路内はヨシとハスに覆われる ハスの種類は観賞用のいわゆる花ハスと思われる 花期は 6 月～8 月で、初期には葉より上で開花する 最盛期には葉が水面から約 1.5m 立ち上がる ヘドロや腐植の堆積により水路は浅底化が進んでいる</p> <p><u>水元公園におけるハス群落の維持管理について</u></p> <p>ハス群落について人為的な管理は行っていないが、同じ水路内のヨシは毎年刈り取っている 中央水路の水位は年間を通してほぼ一定である 現在、小合溜底質のシードバンクを利用した沈水・抽水植物の回復に努めているが、当面は池内での生育ではなく専用プールでの栽培とする方針</p> <p><u>水元公園におけるハス群落の利用について</u></p> <p>ハス群落を特に利用しているわけではないが、花期には写真を撮りに来る人が多い 花の密度や開花高さは生育密度や日射量の影響を受けるのではないかと</p> <p><u>上野恩賜公園におけるハス群落の利用・管理について</u></p> <p>上野恩賜公園では、鑑賞用としてハス群落を利用している(観蓮会の開催) 東京都の事業としてハスの刈り取りを行っている 刈り取りの目的は、生育密度のコントロールによる花付維持と岸辺からの見易さの向上 初秋に沿岸部のハスを帯状に刈り取っている 刈り取り部位は水面上のみで、胴長で池内に入って刈り取っている 刈り取ったハスは産業廃棄物として処分している(堆肥化等が考えられるが需要が無い)</p>	

3-2 ハス群落拡大の実態把握

ハス群落拡大の実態把握では、過去の空中写真を判読し、手賀沼におけるハス群落の分布域及び拡大経緯を把握した。また、2009年現在におけるハス群落の分布域を、新たに撮影した空中写真の判読と全地球測位システム(Global Positioning System 以下 GPS)を用いた測量により把握し、群落面積を測定した。

(1) 調査方法

本調査では、国土地理院や千葉県、柏市、我孫子市等が過去に撮影した空中写真から、ハス群落の分布状況を判読できる写真を選定・収集し、地理情報システム(Geographic Information System 以下 GIS)上で1/5,000地形図上に重ねて面積を計測した。

なお、2009年現在のハス群落分布域は、新たに撮影したハス群落周辺の空中写真を用いて、同様に方法により計測した。

計測に使用した空中写真は表 3-2-1 に示すとおりである。

表 3-2-1 ハス群落分布域の判読に使用した空中写真

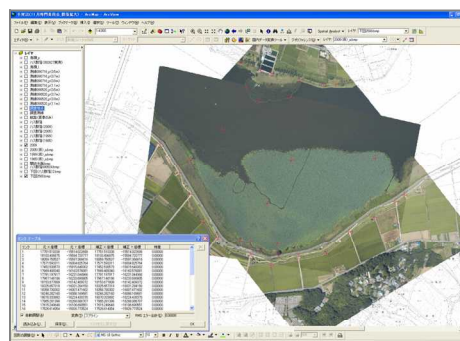
撮影年月日	撮影者	写真番号等	備考
1965年 9月 30日	国土地理院	MKT653X-C6-4	モノクロ
1968年 6月 9日	国土地理院	MKT683-X-C11A-5	モノクロ
1979年 6月 22日	国土地理院	KT791Y-C2-4	モノクロ
1981年 7月 13日	国土地理院	KT812Y-C4A-2	モノクロ
1999年 5月 30日	国土地理院	CKT992X-C8-C3	カラー
2005年 10月 24日	国土地理院	CKT20053X-C12-4	カラー
2009年 8月 15日	エヌエス環境株式会社	—	スナップ撮影

空中写真の幾何補正

空中写真は心射投影のため周辺部が歪んでおり、そのままでは地図のように扱うことができない。

そこで本調査では、GIS上で空中写真を幾何補正し、1/5,000地形図に重ねることで、距離や面積を計測できるようにしている。

幾何補正を行う際は、コントロールポイント(目標物等により正確な位置がわかる地点)を多く設定するほど精度が向上するため、本調査では湖岸の地形や施設を参考に10点以上のコントロールポイントを設定し、スプライン変換による補正を行った。その際、GPSで位置確認を行った現地調査地点の杭等を目標物として、沼内にも可能な限り多くのコントロールポイントを設定し、変換精度の向上に努めた。



GISによる空中写真の幾何補正操作

(2) 調査結果

a. 調査結果の概要

ハス群落面積の計測結果を表 3-2-2 及び図 3-2-1 に示す。

手賀沼のハス群落は、1965 年に 1.5ha の分布が認められた後、1981 年までの 16 年間で 10.3ha まで拡大した。1999 年には一旦縮小して 9.5ha(ただし、5 月撮影のため繁茂期ではない)となったが、その後は再び拡大し、2009 年 8 月現在の群落面積は 18.7ha であった。

ハス群落の長さの変化を見ると、手賀沼縦断方向の分布(群落の東西端点間の距離)が一貫して拡大していたのに対して、横断方向の分布(2009 年現在木道が整備されている湖岸から垂直方向の断面距離)は面積と同様に 1999 年に一旦縮小していた。

表 3-2-2 ハス群落面積の推移

撮影年月日	ハス群落面積 [ha]	ハス群落長 [m]	
		手賀沼縦断方向	手賀沼横断方向
1965 年 9 月 30 日	1.5	200	80
1968 年 6 月 9 日	1.8	250	90
1979 年 6 月 22 日	9.2	590	230
1981 年 7 月 13 日	10.3	610	250
1999 年 5 月 30 日	9.5	660	170
2005 年 10 月 24 日	14.5	740	290
2009 年 8 月 15 日	18.7	780	350

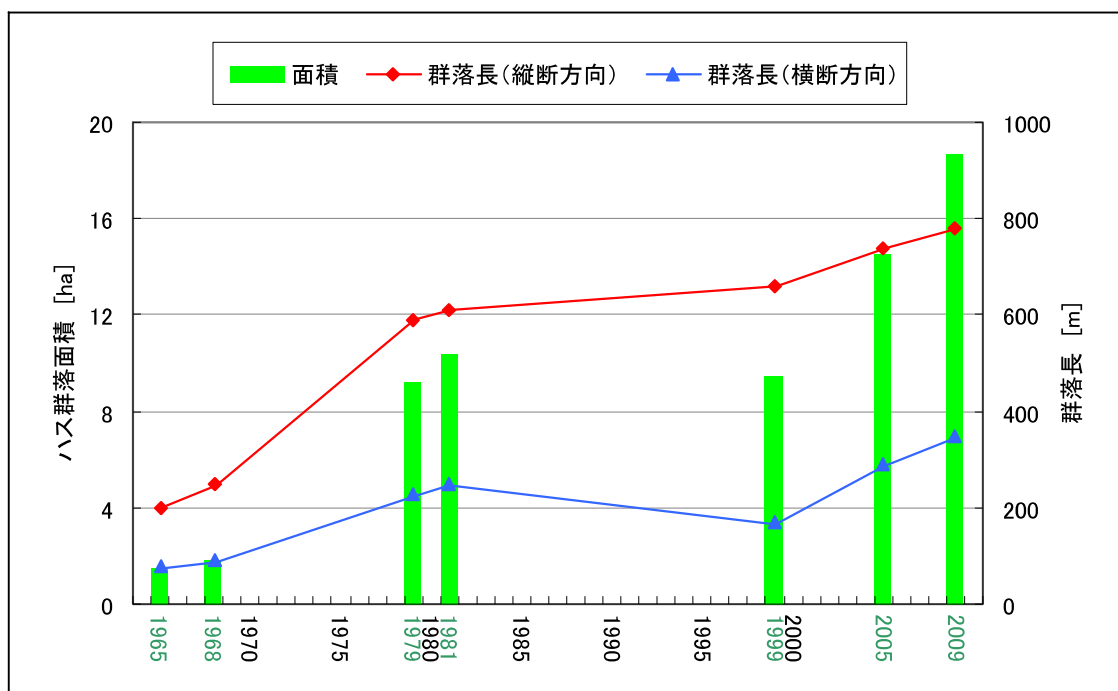


図 3-2-1 ハス群落面積の推移

b. 1965 年におけるハス群落の分布状況

1965 年におけるハス群落の分布状況を図 3-2-2 に示す。

ハス群落は主に、木道位置(2009 年現在の位置を図中緑色にて示す 以下同)より西側に分布し、群落面積は 1.5ha であった。

群落の分布範囲は縦断方向に 200m、木道位置からの横断方向に 80m であった。

本調査でハス群落を確認できた空中写真では 1964 年が最も古く、それ以前の写真(1964 年 5 月 国土地理院、1949 年 1 月 国土地理院、1949 年 1 月 米軍、1947 年 10 月 米軍)では分布を確認できなかった。

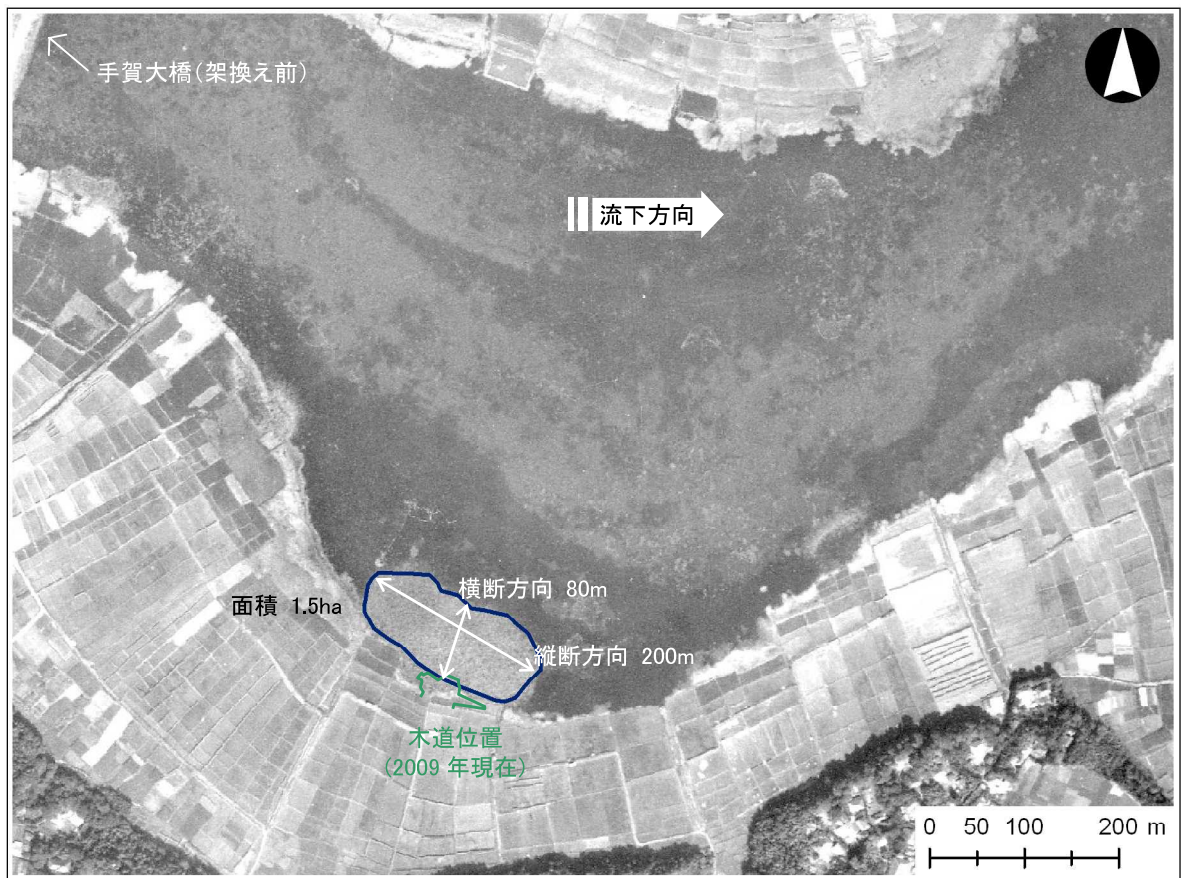


図 3-2-2 1965 年におけるハス群落の分布状況

c. 1968 年におけるハス群落の分布状況

1968 年におけるハス群落の分布状況を図 3-2-3 に示す。

ハス群落は主に木道位置より西側に分布し、分布範囲は縦断方向に 250m、横断方向に 90m、面積は 1.8ha であった。

1965 年からの 3 年間で、ハス群落の分布範囲は縦断方向に 50m(+25%)、横断方向に 10m(+13%)拡大し、面積は 0.3ha(+20%)増加したことになる。



図 3-2-3 1968 年におけるハス群落の分布状況

※ 2008 年現在の地形図と重ねて表示する

d. 1979 年におけるハス群落の分布状況

1979 年におけるハス群落の分布状況を図 3-2-4 に示す。

ハス群落は主に木道位置より西側に分布し、分布範囲は縦断方向に 590m、横断方向に 230m、面積は 9.2ha であった。

1968 年からの 11 年間で、ハス群落の分布範囲は縦断方向に 340m(+136%)、横断方向に 140m(+156%)拡大し、面積は 7.4ha(+411%)増加したことになる。

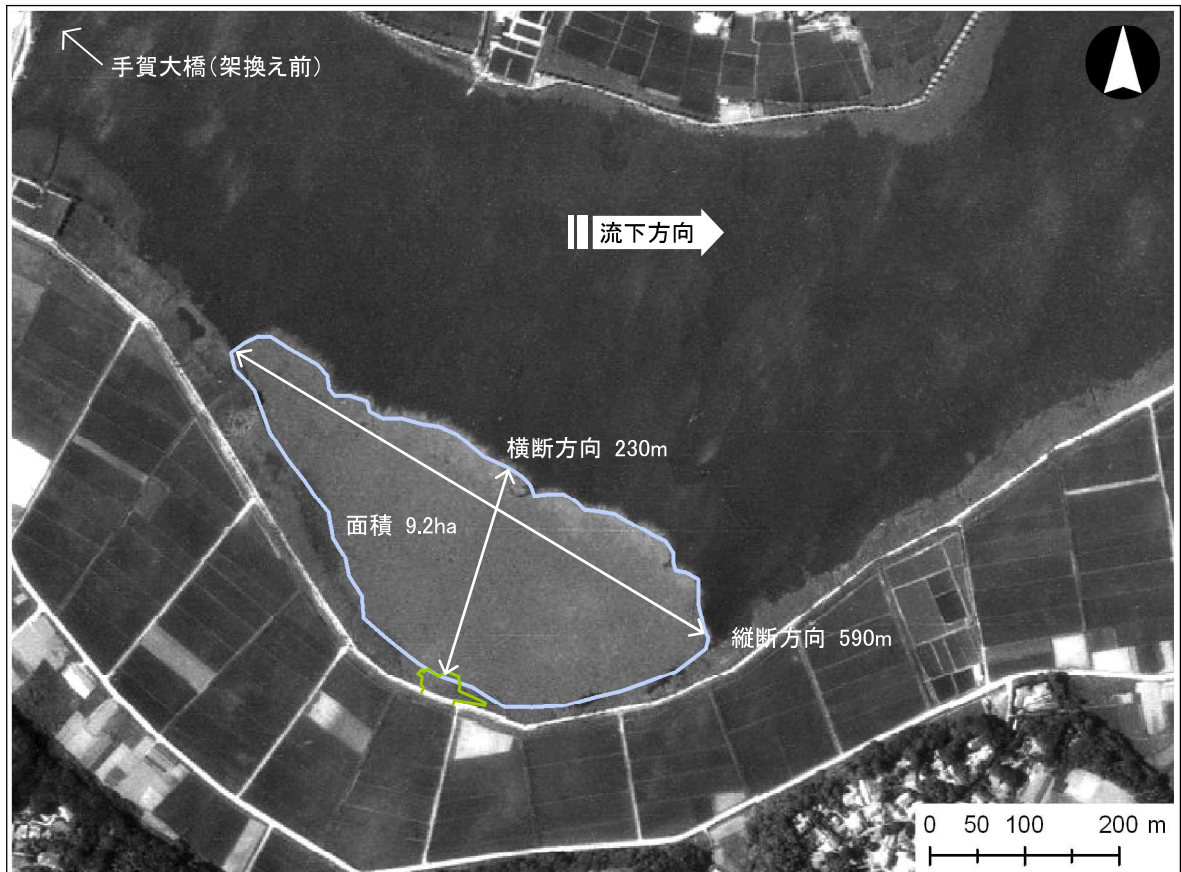


図 3-2-4 1979 年におけるハス群落の分布状況

※ 2008 年現在の地形図と重ねて表示する

e. 1981年におけるハス群落の分布状況

1981年におけるハス群落の分布状況を図3-2-5に示す。

ハス群落は木道付近を中心にやや西よりに分布し、分布範囲は縦断方向に610m、横断方向に250m、面積は10.3haであった。

1979年からの2年間で、ハス群落の分布範囲は縦断方向に20m(+3%)、横断方向に20m(+9%)拡大し、面積は1.1ha(+12%)増加したことになる。

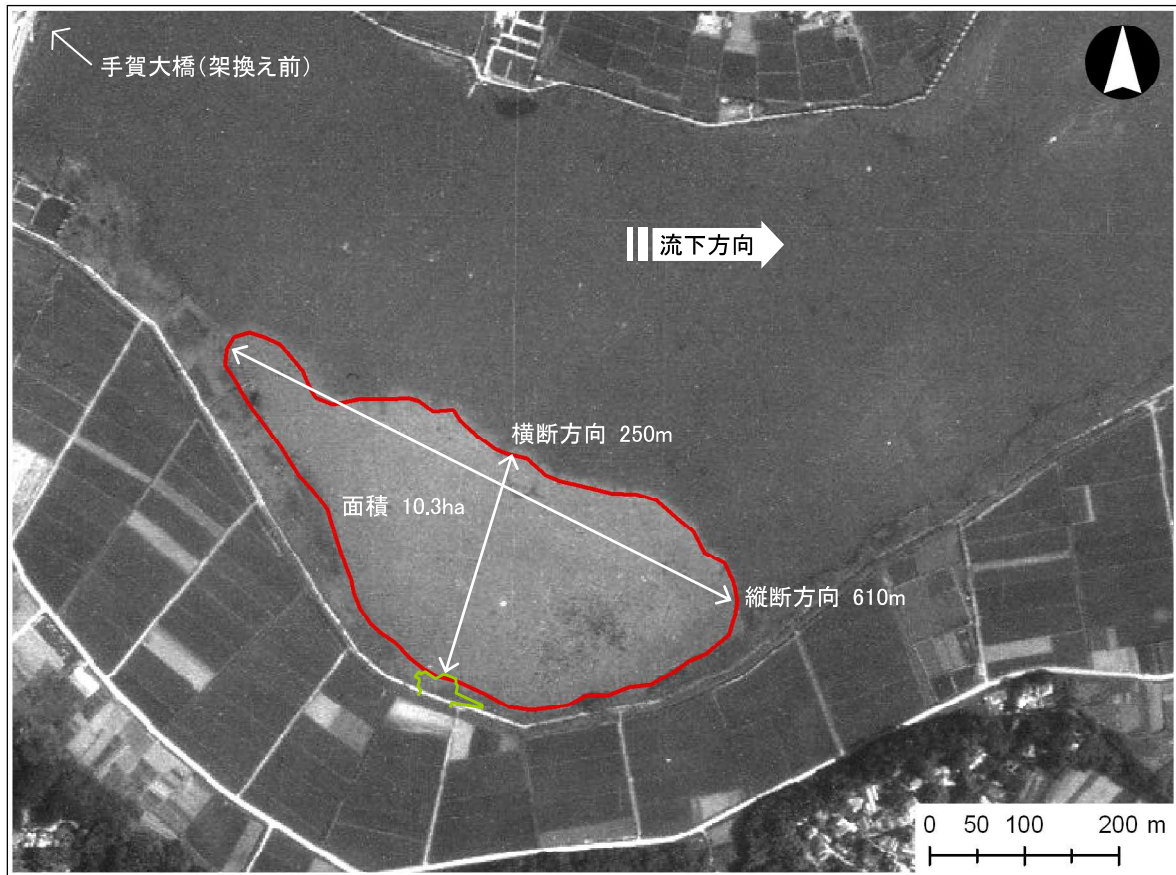


図 3-2-5 1981年におけるハス群落の分布状況

※ 2008年現在の地形図と重ねて表示する

f. 1999 年におけるハス群落の分布状況

1999 年におけるハス群落の分布状況を図 3-2-6 に示す。

撮影時期が 5 月のため繁茂期前だが、ハス群落は主に木道の西側に分布し、分布範囲は縦断方向に 660m、横断方向に 170m、面積は 9.5ha であった。

1981 年からの 18 年間で、ハス群落の分布範囲は縦断方向に 50m(+8%)拡大したものの、横断方向には 80m(-32%)縮小し、面積も 0.8ha(-8%)減少したことになる。

なお、当時ハス群落の上流約 400m の位置では、手賀大橋の架換工事(1993 年～2001 年)が行われており、狭さく部の掘削により湖岸線が変化していた可能性が高い。



図 3-2-6 1999 年におけるハス群落の分布状況

g. 2005 年におけるハス群落の分布状況

2005 年におけるハス群落の分布状況を図 3-2-7 に示す。

ハス群落は主に木道の東側に広く分布し、分布範囲は縦断方向に 740m、横断方向に 290m、面積は 14.5ha であった。

1999 年からの 6 年間で、ハス群落の分布範囲は縦断方向に 80m(+12%)、横断方向に 120m(+71%)拡大し、面積は 5.0ha(+53%)増加したことになる。

なお、1999 年から 2005 年の間は手賀大橋完成(2003 年)や北千葉導水の運用開始(2000 年)など、ハス群落周辺の手賀沼の環境が大きく変化した期間であった。

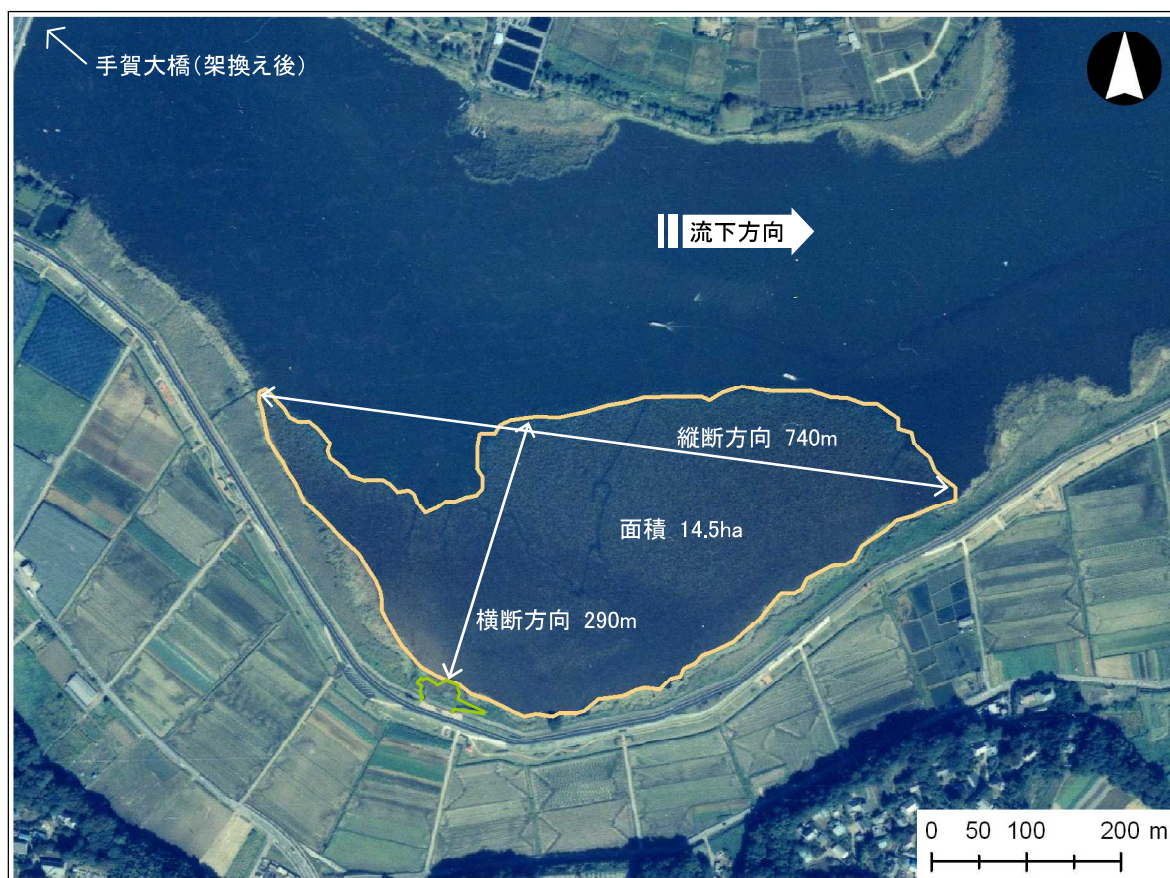


図 3-2-7 2005 年におけるハス群落の分布状況

h. 2009 年におけるハス群落の分布状況

2009 年におけるハス群落の分布状況と 2008 年 2 月に群落外縁を GPS 測量した結果を図 3-2-8 に示す。

ハス群落は主に木道の東側に広く分布し、分布範囲は縦断方向に 780m、横断方向に 350m、面積 18.7ha と、過去最大となっていた。

2005 年からの 3 年間で、ハス群落の分布範囲は縦断方向に 40m(+5%)、横断方向に 60m(+21%)拡大し、面積は 4.2ha(+29%)増加したことになる。

ただし、2008 年と比較すると 1 年間ではほとんどど拡大していないことが分かる。

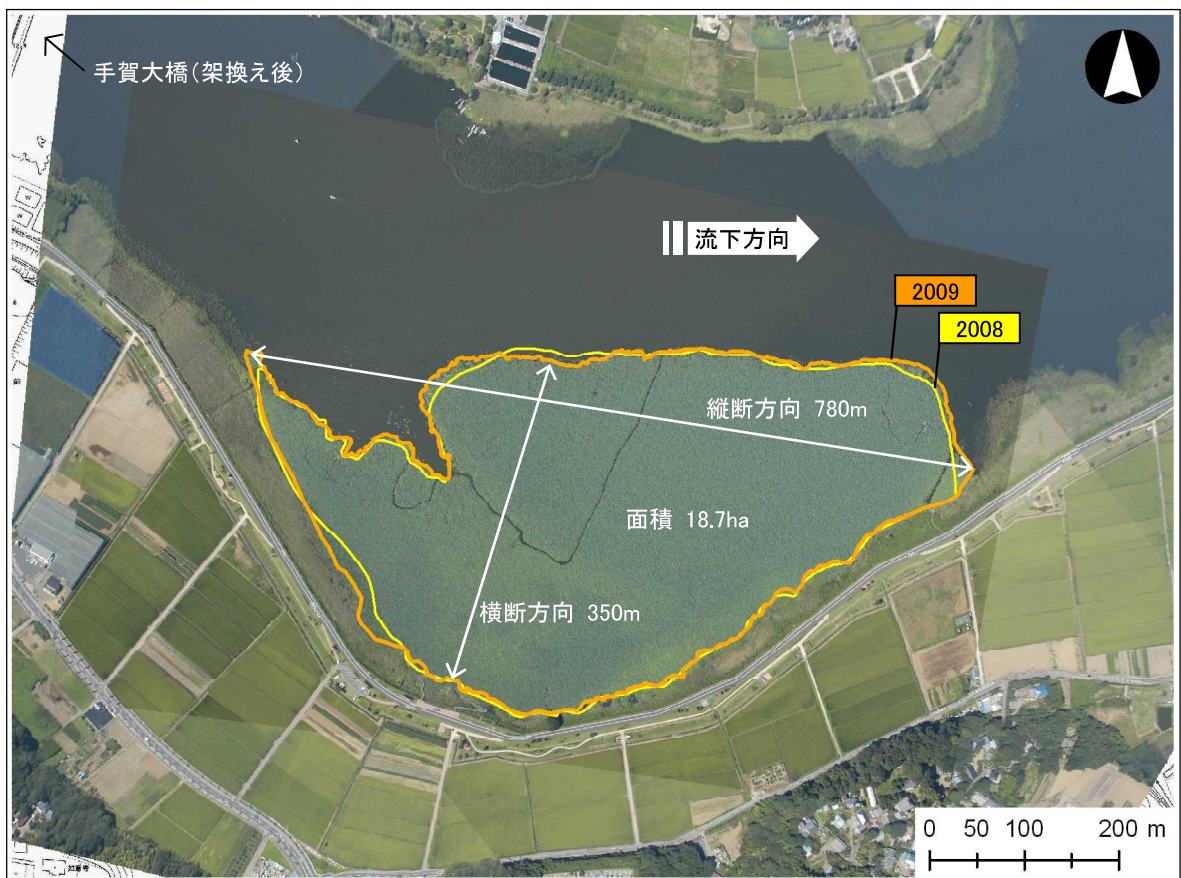


図 3-2-8 2009 年におけるハス群落の分布状況

3-3 植物体内の栄養塩含有量の動態検討

ハスの効果的な刈取り方法を選定するための基礎資料として、生長段階の異なる4時期において、群落内4ヶ所のハスを採取し、部位別に栄養塩含有量の分析を行った。

(1) 調査方法

a. ハス植物体採取箇所

ハス植物体の採取箇所は、ハス生長状況を考慮し、①群落境界拡大域(L-1)、②群落境界安定域(L-3)、③群落中央航路沿い(L-4)、④沿岸付近(L-5)の4箇所とした。

年間を通じて同じ箇所では採取するために、採取箇所には杭を設置し、GPSによる位置記録を行った。ハス植物体の採取箇所を表3-3-1及び図3-3-1に示す。

表 3-3-1 ハス植物体の採取箇所

採取箇所	地点名	GPS 位置記録(WGS1984)
群落境界(拡大域)	L-1	N 35.856653° E 140.035786°
群落境界(安定域)	L-3	N 35.856853° E 140.031544°
群落中央(航路沿い)	L-4	N 35.855253° E 140.030961°
沿岸付近	L-5	N 35.855253° E 140.030961°

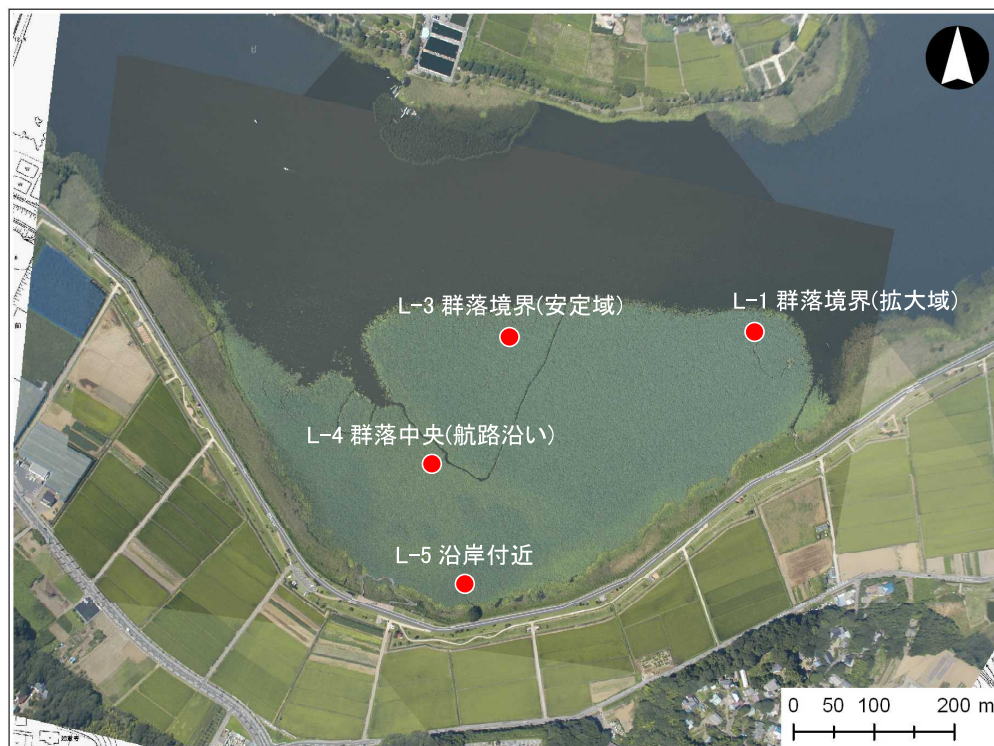


図 3-3-1 ハス植物体採取箇所

b. ハス植物体採取時期

ハス植物体の採取時期は、ハスの生長段階を考慮し、①生長期(5月頃)、②開花期(7月頃)、③結実期(10月頃)、④地上部枯死期(12月頃)の4期とした。

なお、各時期の採取エリアは中心杭の周囲に図3-3-2のとおりを設定し、東西南北のラインを超えないように留意することで、採取範囲の重複を避けた。

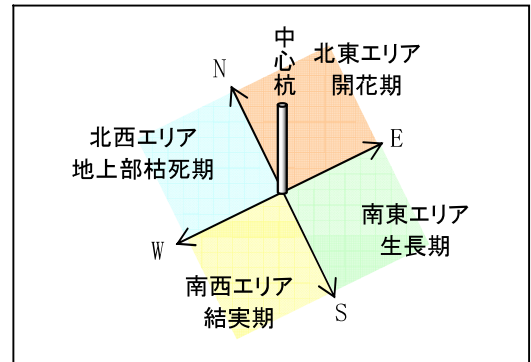


図 3-3-2 ハス植物体採取エリアの設定

c. ハス植物体採取方法

コドラートの設定

ハス植物体の採取範囲として、図 3-3-2 の採取エリア内に 1m×1m のコドラートを設定した。

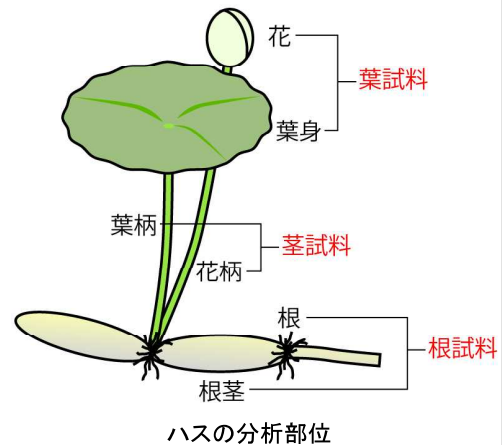
ハス植物体の採取

- ① コドラート内にあるハスの地上部分(葉身、花、葉柄、花柄)を全量採取した。
- ② エンジンポンプで水を噴射して底泥を除去し、コドラート内にあるハスの地下部分(根茎、根)を全量採取した。
- ③ 採取したハス植物体試料を部位*ごとに分けて保冷し、速やかに分析室に搬入した。

ハス植物体の部位

植物体の成分は部位により異なることが予想されるため、本調査では、効果的な刈取り部位の検討に資することを考慮し、右記の3部位(葉・茎・根)に分けて分析を行った。

ただし、ハスの葉には浮葉(水面に浮いている葉)と立葉(水面から立ち上がっている葉)があり、時期によりその存在量に変化している可能性があるため、これらを識別できた場合は、湿重量と乾燥重量の分析を分けて行った。(下表参照)



通常分析部位	湿重量・乾燥重量分析部位
葉	浮葉 : 水面に浮いている葉身 立葉 : 水面から立ち上がっている葉身 花 : 落花後は花托のみ
茎	浮葉柄 : 浮葉の葉柄 立葉柄 : 立葉の葉柄 花柄 : 落下後を含む
根	根 : 根及び根茎を含む

d. 分析項目

植物体内の栄養塩含有量分析項目を表 3-3-2 に示す。

表 3-3-2 植物体内の栄養塩含有量分析項目

分析項目	分析方法
湿重量	重量法 環水管第 127 号(S63) II.2.1 に準ずる
乾燥重量	重量法 環水管第 127 号(S63) II.3 に準ずる
有機性炭素	CHN コーダ法 底質調査方法(H13) I.4.7 に準ずる
全窒素	乾式燃焼法(CHN コーダ法) 土壌、水質及び植物体分析法(H13) I.14A に準ずる
全りん	吸光光度法 環水管第 127 号(S63) II.19.1 に準ずる
強熱減量	重量法 環水管第 127 号(S63) II.4 に準ずる



コドラート設定状況



ハス植物体採取状況

(2) 調査結果


a. 生長期

ハス植物体採取日及び採取箇所状況を表 3-3-3 に示す。

水面上には浮葉が出始めていたが、夏季に見られたものに比べて小さく、水面が見える部分が広がった。浮葉以外では葉身が展開していない立葉の芽のような葉は少数が認められたが、展葉した立葉や花芽は見られなかった。

葉身の大きさなど、調査箇所による生長状況の差は認められなかったが、生育密度は沿岸付近でやや低く、水面が見える部分が広がった。

表 3-3-3 採取日及び採取箇所の状況 (生長期)

採取日	平成 21 年 5 月 26 日 (火)	
採取箇所の状況	<p>L-1 群落境界(拡大域) 水深 1.35m</p> 	<p>L-3 群落境界(安定域) 水深 1.60m</p> 
	<p>L-4 群落中央(航路沿い) 水深 1.00m</p> 	<p>L-5 沿岸付近 水深 0.75m</p> 

ハス植物体内の栄養塩含有量分析結果を表 3-3-4 及び図 3-3-3～図 3-3-8 に示す。

- ▶ 全部位合計の湿重量はL-3、L-5、L-4、L-1 の順で多く、乾燥重量はL-5、L-4、L-3、L-1 の順で多かった
- ▶ 葉と茎の合計重量は湿重量、乾燥重量ともにL-3 が最も多くL-5 が最も少なかった
- ▶ 根の重量は湿重量、乾燥重量ともにL-5 が最も多くL-1 が最も少なかった
- ▶ 窒素含有量は全箇所て葉、茎、根の順に多かった
- ▶ リン含有量は全箇所て茎が最も多かった
- ▶ 葉及び茎の窒素、リン含有量は採取箇所による差があまりなかったが、根は窒素、りんともにL-4 とL-5 の含有量が少なかった
- ▶ 有機物量の指標である有機性炭素及び強熱減量は、採取箇所や部位による顕著な差が認められなかった

表 3-3-4 植物体内の栄養塩含有量分析結果（生長期）

採取箇所	分析部位	湿重量 [g]	乾燥重量 [g]	有機性炭素 [%]	全窒素 [mg/g]	全りん [mg/g]	強熱減量 [%]
L-1 群落境界 拡大域	葉	600	47.8	42.4	39.6	5.42	88.0
	茎	1,200	76.4	35.9	26.7	6.71	83.2
	根	3,200	294	35.4	24.0	6.02	83.4
L-3 群落境界 安定域	葉	700	63.1	43.3	40.5	5.83	87.9
	茎	2,300	137	35.0	28.6	7.82	81.9
	根	3,900	398	38.4	18.6	5.60	88.6
L-4 群落中央 航路沿い	葉	560	43.1	42.9	39.9	5.58	88.7
	茎	1,360	89.4	33.9	26.0	6.50	82.1
	根	3,400	486	38.6	9.85	3.83	89.6
L-5 沿岸付近	葉	500	45.5	42.0	36.9	5.03	87.3
	茎	1,000	68.6	36.8	24.2	6.96	85.9
	根	5,200	866	36.7	11.3	3.46	88.6

※ 生長期には浮葉・立葉・花を分けた重量計測を行っていないが、ほぼ全量が浮葉及び浮葉柄と考えられる

※ 有機性炭素及び強熱減量の値は乾燥重量に対する百分率で示す
全窒素及び全りんの値は乾燥重量に対する含有量を示す

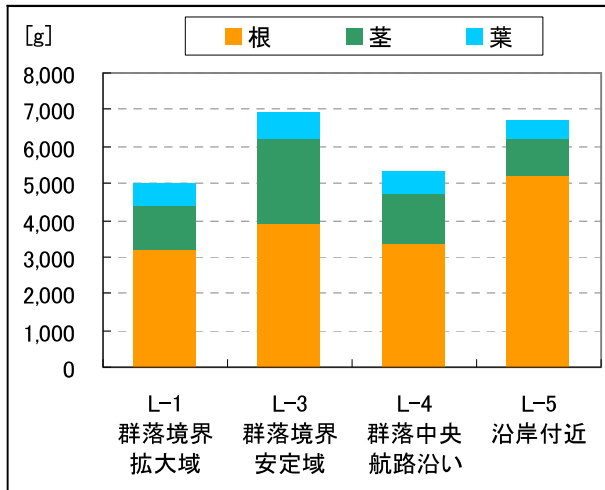


図 3-3-3 湿重量の比較(生長期)

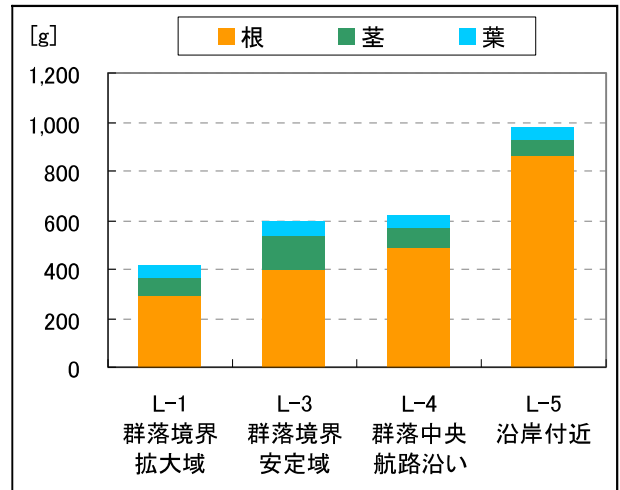


図 3-3-4 乾燥重量の比較(生長期)

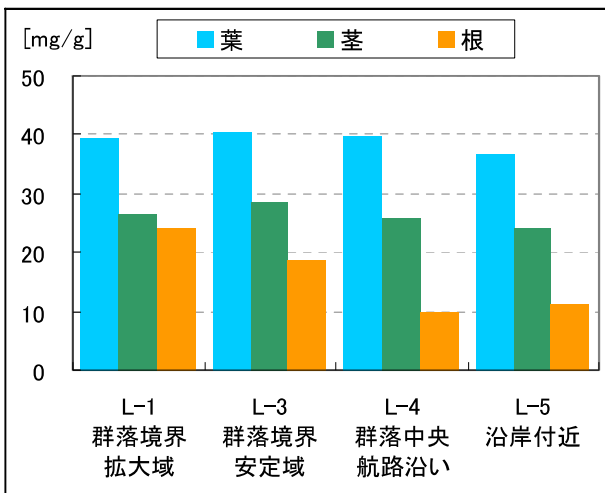


図 3-3-5 全窒素含有量の比較(生長期)

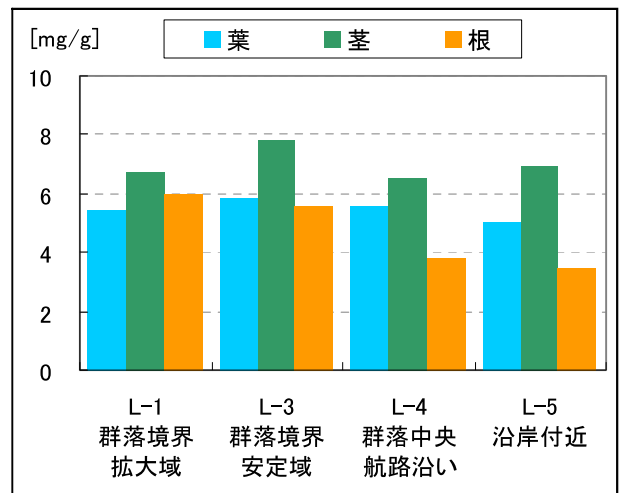


図 3-3-6 全りん含有量の比較(生長期)

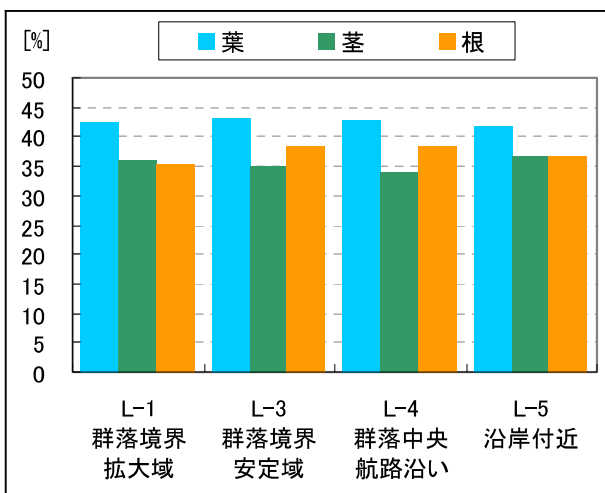


図 3-3-7 有機性炭素含有量の比較(生長期)

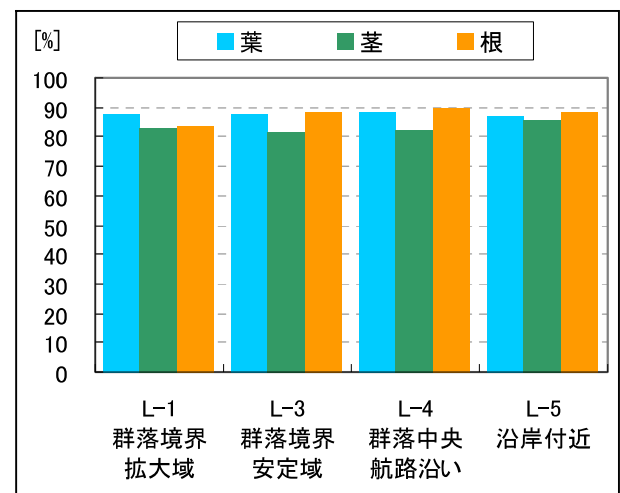


図 3-3-8 強熱減量の比較(生長期)

※ 有機性炭素及び強熱減量の値は乾燥重量に対する百分率で示す
全窒素及び全りんは乾燥重量に対する含有量を示す

b. 開花期





ハス植物体採取日及び採取箇所を状況を表 3-3-5 に示す。

水面から約 1.5m まで伸びた立葉に覆われ、上からは水面が見えない状況であった。

水面には浮葉が認められたが、葉身の一部が枯れているものが多かった。

花付きは 0~3 個/m² 程度で、下流側の群落境界付近に比較的多く、沿岸付近では顕著に少なかった。

表 3-3-5 採取日及び採取箇所の状況 (開花期)

採取日	平成 21 年 7 月 29 日(水)	
採取箇所の状況	<p>L-1 群落境界(拡大域) 水深 1.38m</p> 	<p>L-3 群落境界(安定域) 水深 1.60m</p> 
	<p>L-4 群落中央(航路沿い) 水深 1.10m</p> 	<p>L-5 沿岸付近 水深 0.80m</p> 

ハス植物体内の栄養塩含有量分析結果を表 3-3-6 及び図 3-3-9～図 3-3-14 に示す。

- 全部位合計の重量は湿重量、乾燥重量ともに L-1、L-4、L-5、L-3 の順で多かった
- 葉と茎の合計重量は湿重量、乾燥重量ともに L-1 が最も多く L-5 が最も少なかった
- 根の重量は湿重量、乾燥重量ともに L-5 が最も多く L-3 が最も少なかった
- 窒素含有量は全箇所では葉が最も多かった
- リン含有量は全箇所では茎が最も少なかった
- 葉及び茎の窒素、リン含有量は採取箇所による差があまりなかったが、根は窒素、リンともに L-4 と L-5 の含有量が少なかった
- 有機物量の指標である有機性炭素及び強熱減量は、採取箇所や部位による顕著な差が認められなかった

表 3-3-6 植物体内の栄養塩含有量分析結果（開花期）

採取箇所	分析部位	湿重量 [g]	乾燥重量 [g]	有機性炭素 [%]	全窒素 [mg/g]	全りん [mg/g]	強熱減量 [%]
L-1 群落境界 拡大域	葉	浮葉	130	17.0	45.3	34.4	4.17
		立葉	2,700	490			
		花	140	22.8			
	茎	浮葉柄	550	41.7	42.7	13.9	3.64
		立葉柄	9,200	999			
		花柄	760	66.1			
	根	根	4,800	461	37.5	21.5	5.22
L-3 群落境界 安定域	葉	浮葉	640	79.6	44.9	36.1	4.87
		立葉	910	160			
		花	80	9.1			
	茎	浮葉柄	930	87.9	40.7	16.9	3.81
		立葉柄	3,500	340			
		花柄	280	20.8			
	根	根	2,800	265	39.8	19.8	5.76
L-4 群落中央 航路沿い	葉	浮葉	80	10.2	43.0	25.5	4.18
		立葉	1,400	289			
		花	110	17.7			
	茎	浮葉柄	130	10.9	42.3	9.40	2.90
		立葉柄	4,700	572			
		花柄	280	29.0			
	根	根	5,600	705	38.2	14.8	4.42
L-5 沿岸付近	葉	浮葉	40	3.9	44.3	26.9	4.41
		立葉	1,300	249			
		花	—	—			
	茎	浮葉柄	50	3.9	42.2	8.62	3.16
		立葉柄	2,400	316			
		花柄	—	—			
	根	根	6,200	626	41.4	7.83	3.68

※ 有機性炭素及び強熱減量の値は乾燥重量に対する百分率で示す
全窒素及び全りんの値は乾燥重量に対する含有量を示す

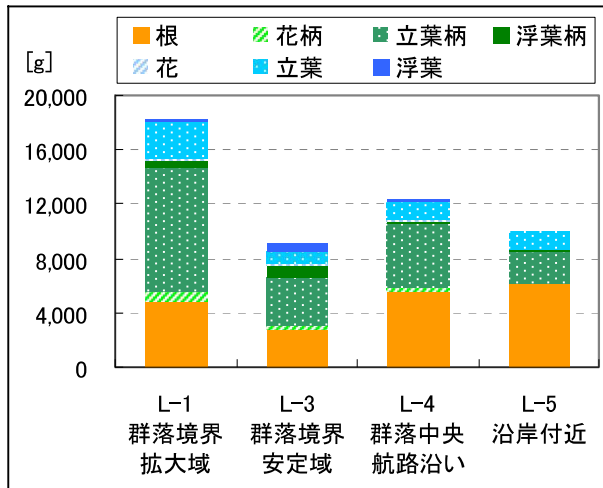


図 3-3-9 湿重量の比較(開花期)

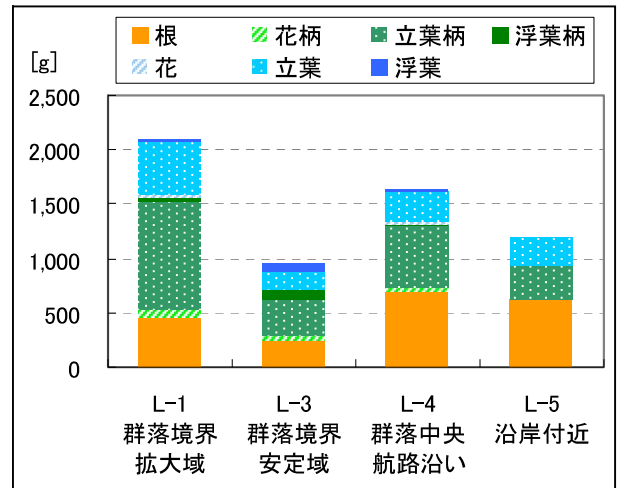


図 3-3-10 乾燥重量の比較(開花期)

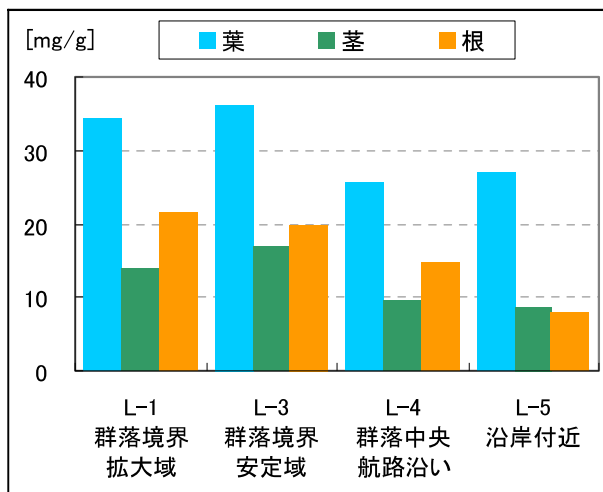


図 3-3-11 全窒素含有量の比較(開花期)

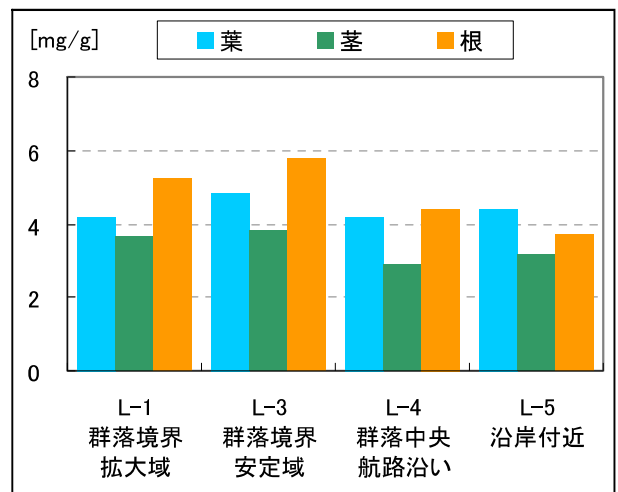


図 3-3-12 全りん含有量の比較(開花期)

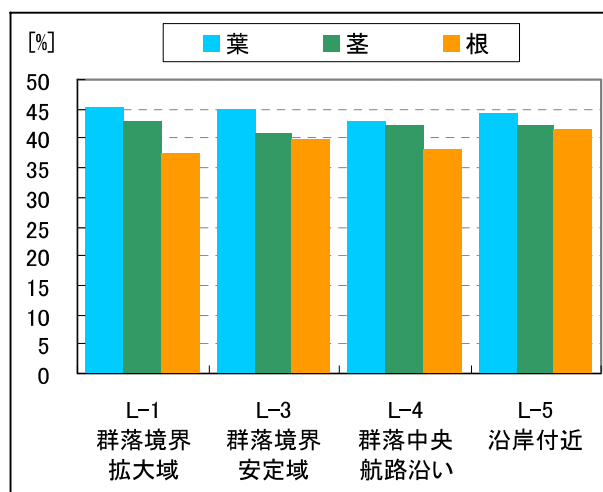


図 3-3-13 有機性炭素含有量の比較(開花期)

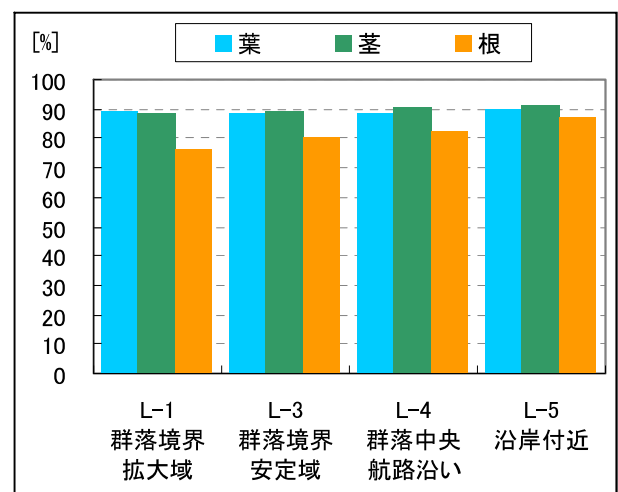


図 3-3-14 強熱減量の比較(開花期)

※ 有機性炭素及び強熱減量の値は乾燥重量に対する百分率で示す
全窒素及び全りんの内容量は乾燥重量に対する含有量を示す

c. 結実期

ハス植物体採取日及び採取箇所を状況を表 3-3-7 に示す。

花は全て落ち、結実していたが、多くの花托からはすでに種子が脱落していた。

立葉は葉身が枯れて垂れ下がっているものが多く、特に群落内部の L-4 や L-5 では葉身の枯死・脱落が顕著であった。

なお、浮葉は全箇所ですべてほとんどが枯死していた。

表 3-3-7 採取日及び採取箇所の状況（結実期）

採取日	平成 21 年 10 月 6 日 (火)			
採取箇所の状況	<p>L-1 群落境界(拡大域) 水深 0.95m</p>	<p>L-3 群落境界(安定域) 水深 1.20m</p>		
				
	<p>L-4 群落中央(航路沿い) 水深 0.70m</p>	<p>L-5 沿岸付近 水深 0.20m</p>		
				

ハス植物体内の栄養塩含有量分析結果を表 3-3-8 及び図 3-3-15～図 3-3-20 に示す。

- 全部位合計の湿重量は L-1、L-3、L-4、L-5 の順、乾燥重量は L-1、L-3、L-5、L-4 の順で多かった
- 葉と茎の合計重量が最も多かったのは湿重量、乾燥重量ともに L-1 で、最も少なかったのは湿重量では L-5、乾燥重量では L-4 であった
- 根の重量が最も多かったのは湿重量、乾燥重量ともに L-1 で、最も少なかったのは湿重量では L-5、乾燥重量では L-4 であった
- 窒素含有量は全箇所では葉が最も多く、茎が最も少なかった
- リン含有量は全箇所では根が最も多く、茎が最も少なかった
- 葉及び茎の窒素、リン含有量は採取箇所による差があまりなかったが、根は窒素、リンともに L-4 と L-5 の含有量が少なかった
- 有機物量の指標である有機性炭素及び強熱減量は、採取箇所や部位による顕著な差が認められなかった

表 3-3-8 植物体内の栄養塩含有量分析結果（結実期）

採取箇所	分析部位	湿重量 [g]	乾燥重量 [g]	有機性炭素 [%]	全窒素 [mg/g]	全りん [mg/g]	強熱減量 [%]	
L-1 群落境界 拡大域	葉	浮葉	—	42.4	22.0	2.67	87.0	
		立葉	1,700					232
		花	—					—
	茎	浮葉柄	75	4.7	42.3	7.68	1.41	91.5
		立葉柄	4,800	540				
		花柄	—	—				
	根	根	6,900	1,370	39.9	15.6	3.18	92.4
L-3 群落境界 安定域	葉	浮葉	130	19.3	42.7	20.8	2.80	85.9
		立葉	1,100	222				
		花	—	—				
	茎	浮葉柄	300	28.5	43.5	8.76	1.39	91.6
		立葉柄	2,900	362				
		花柄	—	—				
	根	根	4,700	847	40.0	15.1	3.17	88.5
L-4 群落中央 航路沿い	葉	浮葉	45	4.1	42.6	15.8	1.88	85.8
		立葉	690	103				
		花	—	—				
	茎	浮葉柄	55	3.9	42.9	7.21	1.30	92.3
		立葉柄	1,900	258				
		花柄	—	—				
	根	根	2,000	309	37.3	9.23	2.86	87.6
L-5 沿岸付近	葉	浮葉	—	—	42.6	12.7	1.93	88.2
		立葉	920	145				
		花	35	9.8				
	茎	浮葉柄	—	—	43.8	4.53	1.22	94.6
		立葉柄	1,100	262				
		花柄	110	24.4				
	根	根	1,800	342	39.7	10.5	2.29	92.6

※ 有機性炭素及び強熱減量の値は乾燥重量に対する百分率で示す
全窒素及び全りんの値は乾燥重量に対する含有量を示す

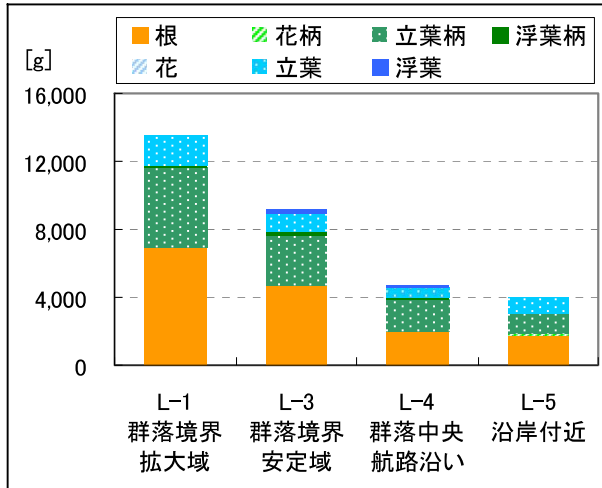


図 3-3-15 湿重量の比較(結実期)

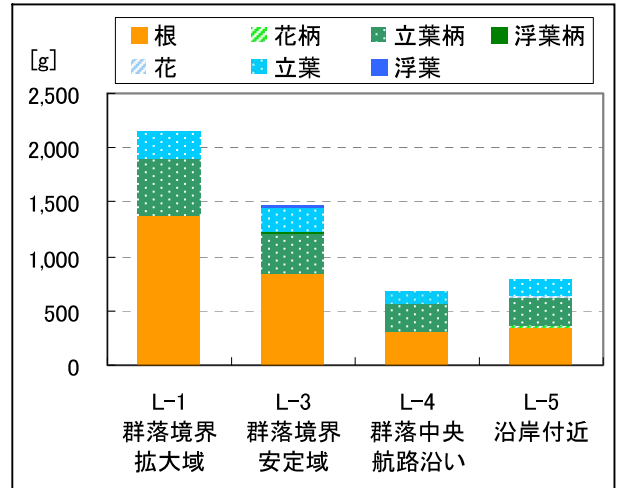


図 3-3-16 乾燥重量の比較(結実期)

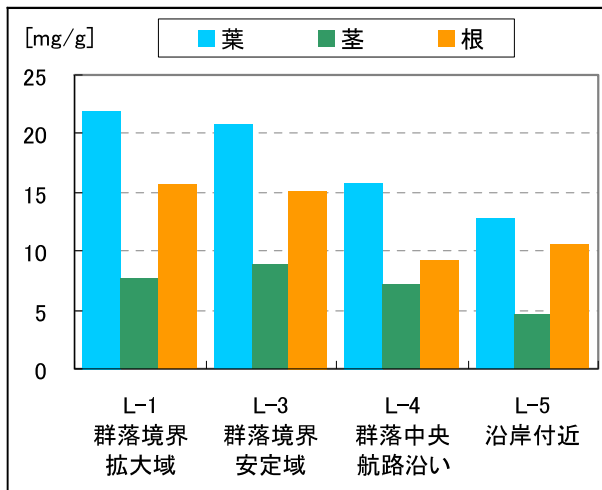


図 3-3-17 全窒素含有量の比較(結実期)

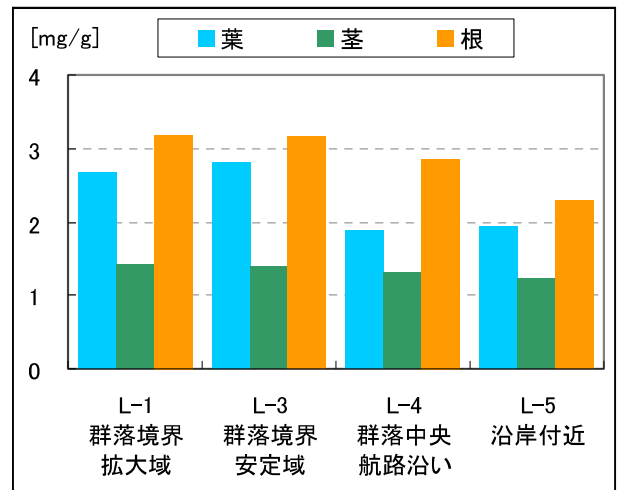


図 3-3-18 全りん含有量の比較(結実期)

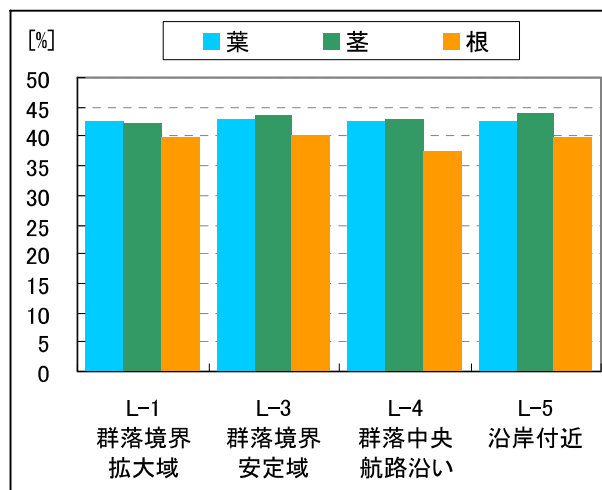


図 3-3-19 有機性炭素含有量の比較(結実期)

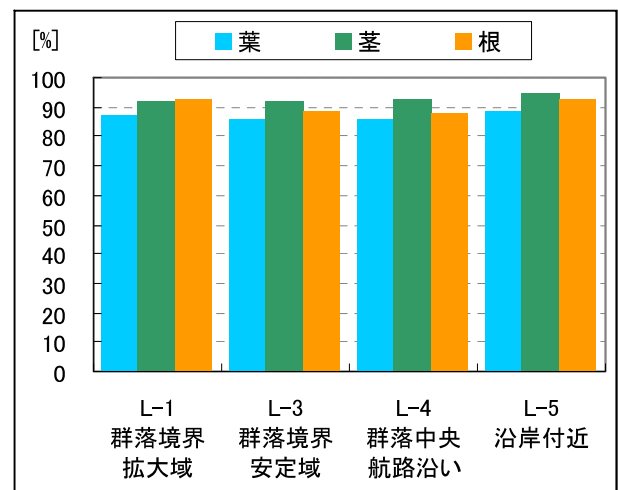


図 3-3-20 強熱減量の比較(結実期)

※ 有機性炭素及び強熱減量の値は乾燥重量に対する百分率で示す
全窒素及び全りんの内容量は乾燥重量に対する含有量を示す

d. 地上部枯死期





ハス植物体採取日及び採取箇所の状態を表 3-3-9 に示す。

葉身や葉柄は全て枯死し、脱落・崩壊が進んでいた。

特に、波や風の影響を受けやすい群落境界付近で崩壊が顕著であったのに対して、波の影響が最も小さい沿岸付近ではたったまま残存している葉柄が多く認められた。

なお、地上部枯死期には立葉と浮葉及び立葉柄、浮葉柄、花柄の区別ができなかったため、湿重量及び乾燥重量の計量は葉身、花、茎及び根の4分類により行った。

表 3-3-9 採取日及び採取箇所の状況 (地上部枯死期)

採取日	平成 22 年 1 月 5 日 (火)	
採取箇所の状況	<p>L-1 群落境界(拡大域) 水深 1.10m</p> 	<p>L-3 群落境界(安定域) 水深 1.25m</p> 
	<p>L-4 群落中央(航路沿い) 水深 0.60m</p> 	<p>L-5 沿岸付近 水深 0.25m</p> 

ハス植物体内の栄養塩含有量分析結果を表 3-3-10 及び図 3-3-21～図 3-3-26 に示す。

- 全部位合計の湿重量は L-1、L-3、L-5、L-4 の順、乾燥重量は L-1、L-5、L-3、L-4 の順で多かった
- L-1、L-3、L-4 では葉身がほとんど脱落・崩壊しており、試料を採取できなかったが、L-5 では湿重量で 470g が採取された
- 葉と茎の合計重量が最も多かったのは湿重量では L-3、乾燥重量では L-1 で、最も少なかったのは湿重量、乾燥重量ともに L-4 であった
- 湿重量、乾燥重量ともに根の重量が最も多かったのは L-1 で、最も少なかったのは L-3 であった
- りん含有量は全箇所茎が最も少なかった
- 根の窒素、りん含有量は、L-1、L-3 に比べて L-4、L-5 で少なかった
- 有機物量の指標である有機性炭素及び強熱減量は、採取箇所や部位による顕著な差が認められなかった

表 3-3-10 植物体内の栄養塩含有量分析結果（地上部枯死期）

採取箇所	分析部位	湿重量 [g]	乾燥重量 [g]	有機性炭素 [%]	全窒素 [mg/g]	全りん [mg/g]	強熱減量 [%]	
L-1 群落境界 拡大域	葉	—	—	—	—	—	—	
	茎	2,300	274	43.3	12.2	1.24	91.9	
	根	5,300	917	37.8	18.2	2.92	91.5	
L-3 群落境界 安定域	葉	—	—	—	—	—	—	
	茎	2,400	251	44.1	15.9	1.60	89.9	
	根	2,000	401	39.8	16.9	3.62	93.1	
L-4 群落中央 航路沿い	葉	—	—	—	—	—	—	
	茎	1,600	191	41.7	12.0	1.25	84.9	
	根	2,000	447	38.7	10.2	2.48	93.2	
L-5 沿岸付近	葉	葉身	470	46.2	39.8	15.1	1.48	80.2
		花	50	14.5				
	茎	1,200	250	44.3	7.27	1.05	93.4	
	根	2,300	587	37.6	10.1	2.09	91.0	

※ 有機性炭素及び強熱減量の値は乾燥重量に対する百分率で示す
全窒素及び全りんの値は乾燥重量に対する含有量を示す

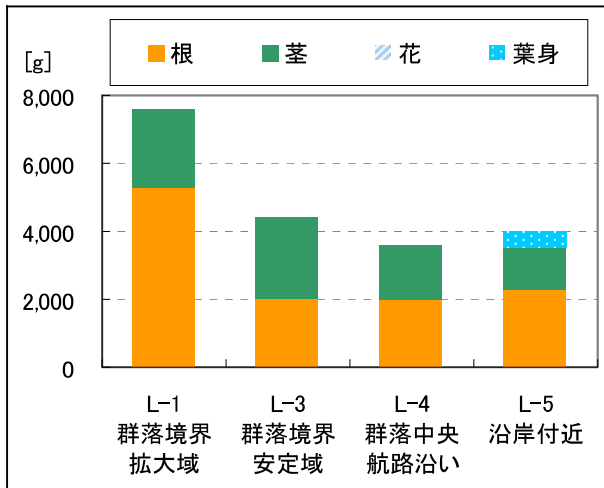


図 3-3-21 湿重量の比較(地上部枯死期)

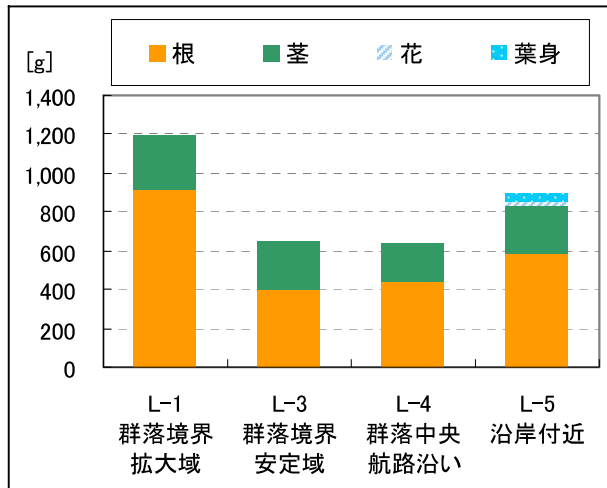


図 3-3-22 乾燥重量の比較(地上部枯死期)

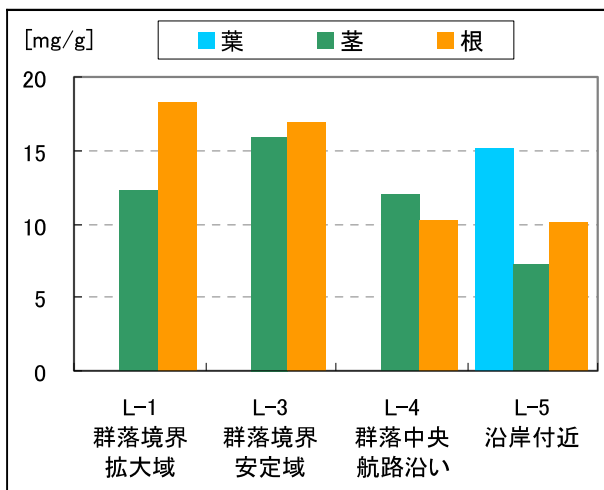


図 3-3-23 全窒素含有量の比較(地上部枯死期)

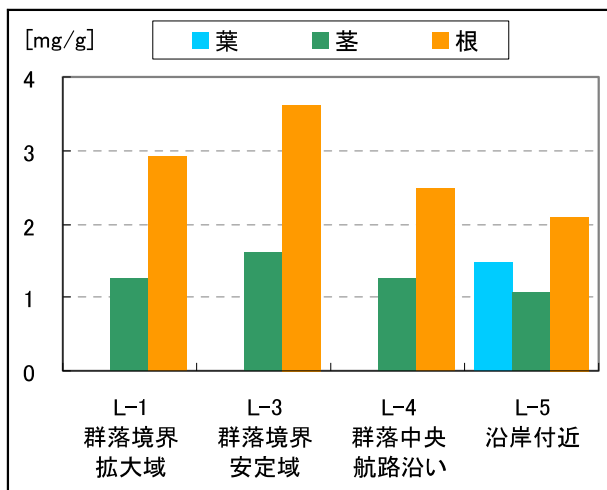


図 3-3-24 全りん含有量の比較(地上部枯死期)

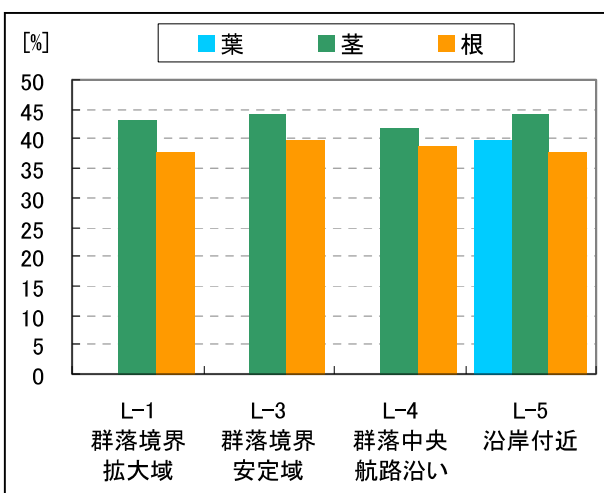


図 3-3-25 有機性炭素含有量の比較(地上部枯死期)

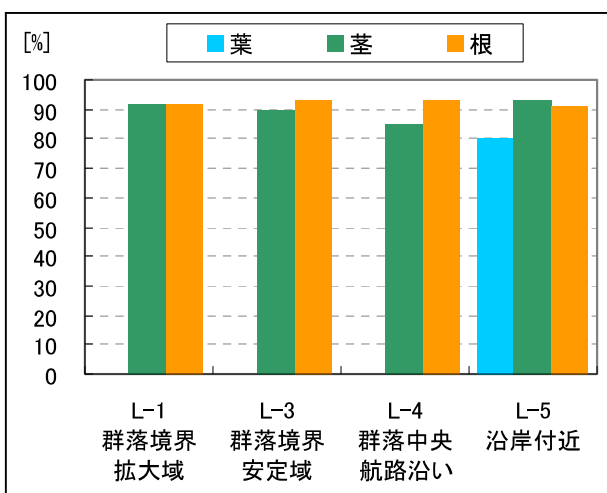


図 3-3-26 強熱減量の比較(地上部枯死期)

※ 有機性炭素及び強熱減量の値は乾燥重量に対する百分率で示す
全窒素及び全りんの値は乾燥重量に対する含有量を示す

3-4 水質調査

3-4-1 流動状況把握

水質調査地点の設定に先立ち、沼水の流下方向を考慮するために、ドップラー式流向流速計※(Acoustic Doppler Current Profilers 以下 ADCP)によるハス群落周辺の流動状況調査を行った。

(1) 調査方法

a. 測定方法・測定項目

ADCP を先端に設置した小型船で横断方向に微速で航行しながら、流向、流速及び水深の移動観測を実施した。

表 3-4-1 流動状況測定条件

測定機器	WH-ADCP センチネル (Teledyne RD Instruments)
測定項目	流向、流速、水深
測定間隔	約 1 秒間隔
流向・流速 測定深度	水面下 0.3m 以深 0.1m 間隔

ADCP

ADCP はドップラー効果を利用した流向流速計である。

ADCP から発信された音波パルスは、水中の散乱体(プランクトンやちりなどの浮遊懸濁物)で反射するが、散乱体が移動していると、反射音の周波数に変化が生じる。この変化量は散乱体の移動速度に比例するため、ここから流速を求めることができる。



WH-ADCP センチネル(Teledyne RD Instruments)



ADCP による流動状況観測状況