



東山植物園

ハスとスイレンのDNAバーコーディング



名古屋市立大学システム自然科学研究科
生物多様性研究センター

2015.3

表紙写真説明

2014年8月に標本を採集したときのスイレン池。手前にある大きな2つが大賀蓮と中日友誼蓮である。

はじめに

東山植物園の正面入り口から少しすすんだ左手には重要文化財に指定されている歴史的建造物の温室があります。そして右手にはスイレン池がありました。しかしながら、2014年夏、この池は温室の保存修繕工事のために閉鎖され、暫くはハスやスイレンを觀賞することができなくなりました。スイレンは、品種改良によりたくさんの品種が作出されており、この東山公園のスイレン池でも赤、白、黄色と様々な色の花を水面に咲かせて初夏から夏にかけて多くの来園者の眼を楽しませてくれました。そこで、閉鎖される前に、ハスやスイレンの遺伝子を分析し、その多様性について記録に残すことにしました。

ハスは漢字で「蓮」と書きます。蓮に似た花をつける植物としてモクレンとスイレンがあります。モクレンは漢字で「木蓮」と書き、確かにハスに似た花を咲かせる木なのですが、スイレンは水面でハスのような花を咲かせるから「水蓮」ではありません。スイレンは日中に花びらが開き夜になると閉じます。これを何日か繰り返します。その様が、何だか睡眠

を思い起こさせるので、「睡眠する蓮」、縮めて「睡蓮」と名付けられたようです。ハスとスイレンはどちらも水底の土や泥に根を張り、水面(水上)に葉と花をつけます。このような性質を持つ植物を抽水(ちゅうすい)植物といいます。ともに丸っこい葉をつけるなどたくさんの共通点があり、一緒に語られることも多いです。ところが、本当はかなり異なった植物のようです。では、ハスとスイレンは何がどう違うのでしょうか。①皆さんがよく目にするレンコンは、漢字で「蓮根」、すなわちハスの根と書きます。正確には根ではなく地下茎ですが、とにかく、レンコンを作るのはハスです。スイレンは球根かわさび根です。②ハスの葉は丸くて切れ込みがありませんが、スイレンの葉は丸くても切れ込みがあります。③ハスには浮き葉と立ち葉がありますが、スイレンは浮き葉だけです。④ハスの葉は水をはじき光沢がありませんが、スイレンの葉は水をはじかず光沢があります。⑤ハスの花茎は水上高く立ち上がりますが、スイレンの花は水面か、水上でも20cmくらいです。

オニバスは、紛らわしいことに「ハス」という呼び名がついていますが、スイレン科の植物です。よく見ると、葉の一部に切れ込みがあります。

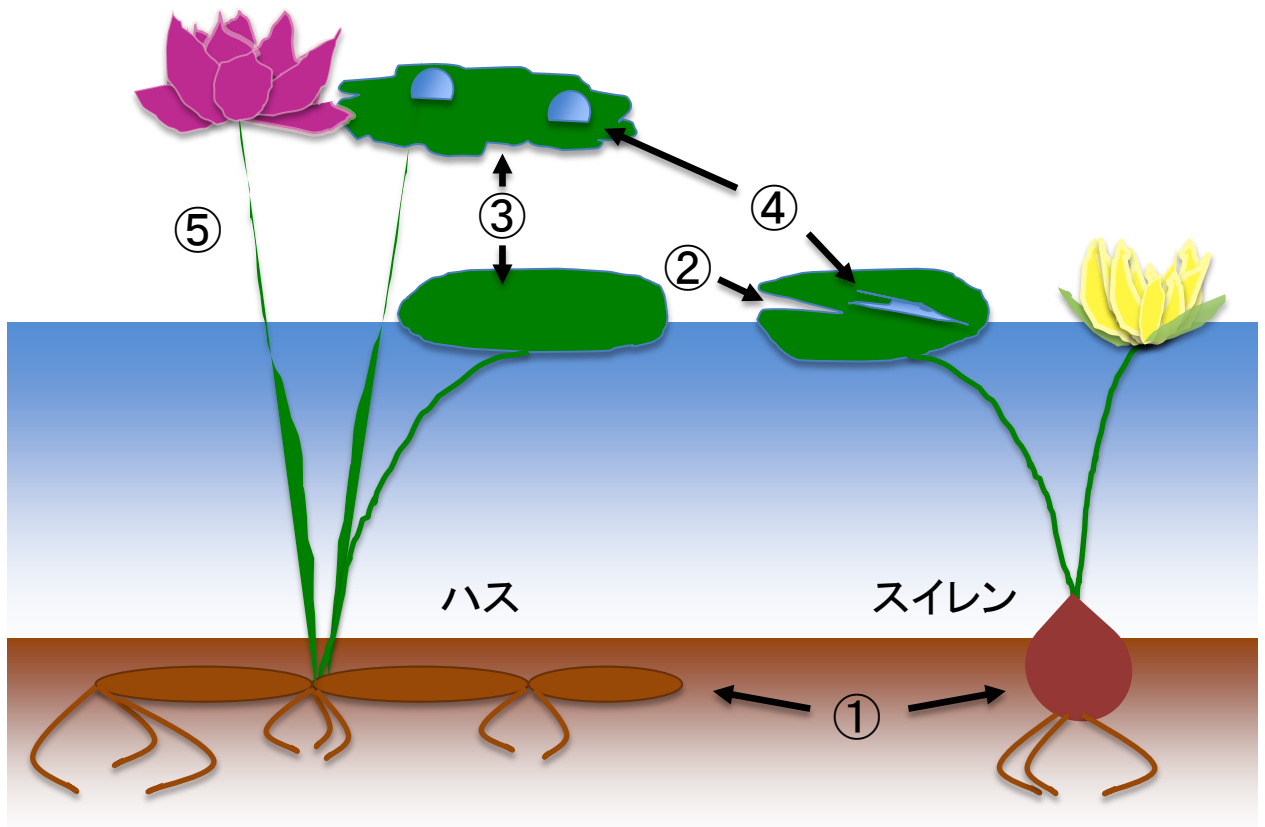


図1 ハスとスイレンの違い

次に、植物分類上はどうなっているのでしょうか。種子植物(種を作る植物)は、大きく被子植物(花を咲かせる植物の大部分)と裸子植物(松や蘇鉄の類)に分類されます。植物進化上では、裸子植物が地球上に現れ、そこから被子植物が進化してきたと考えられています。従来の形態に基づく分類では、太古の昔に現れた被子植物の祖先から単子葉植物(サトイモ、イネ、ランなど)が出現し、次に、双子葉植物として様々な花を咲かせる植物がたくさん現れてきたと考えられていました。つまり、ハス科、スイレン科も、キク科、バラ科などと同様に、双子葉植物に分類されていました(図2)。このような形態や化石のデータに基づいた分類には、新エングラ体系やクロンキスト体系などがあります。しかしながら、近年の遺伝子研究の示すところでは、スイレン科は被子植物の中で主グループとは別に被子植物の祖先から早い時期に分岐した、最も原始的な双子葉グループに属すると考えられるようになりました。これに対して、ハス科は被子植物の主グループに含まれ、真正双子葉類のヤマモガシ目に属します(図3)。このような遺伝子に基づく分類は、APGIII分類体系と呼ばれています。

スイレンは、すべてスイレン科スイレン属に属しており、スイレン属はさらに5つの亜属に分けられます。イギリスのキュー王立植物園が作成している植物リスト第3版(2013)には、植物の学名として350,699種が確定していますが、スイレン属には51種が含まれています。スイレンは、大きく温帯スイレンと熱帯スイレンに分類され、熱帯スイレンには4亜属、温帯スイレンには1亜属が含まれます。一般的には、亜属間での交配が難しいとされ、主に亜属内の交配により様々な園芸品種が作り出されてきました。東山植物園で今回調査したスイレンは、「熱帯スイレン×温帯スイレン」を除いてすべて温帯スイレンです。すなわち、ニンファエ亜属に属します。ニンファエ亜属は、さらに *Chamaenymphaea* 節、*Nimphaea* 節、*Xsanthantha* 節の三節に分かれます。*Chamaenymphaea* 節は日本国内に自生しているヒツジグサが含まれていますが、今回は採集していません。*Nimphaea* 節にはアルバ種(*N.alba*)が含まれます。アルバ種はヨーロッパに自生する白花種ですが、その変種として赤花種があります。*Xsanthantha* 節にはメキシコ湾岸に自生する黄花を咲かせるメキシカーナ種(*N.mexicana*)が含まれています。黄花を咲かせる品種の多くは、このメキシカーナ種の血を引き継いでいるようです。

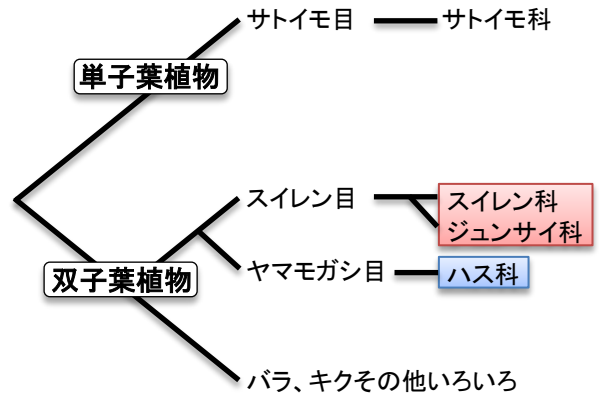


図2 従来の形態に基づく被子植物分類

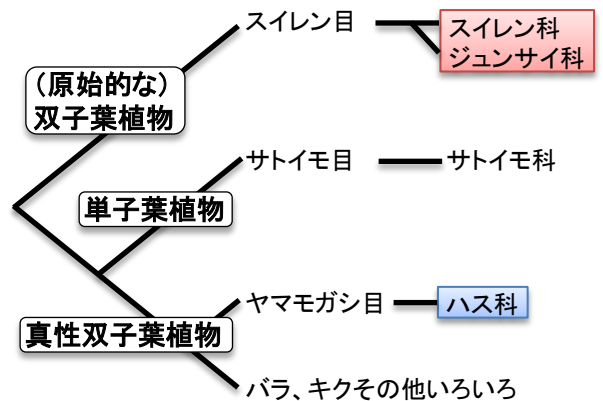


図3 遺伝子の類似度に基づく被子植物分類

それでは、多くの品種が開発されているスイレンの品種は、遺伝子の違いをもとに区別できるのでしょうか。生物を特定の遺伝子の違いから同定するシステムとしてDNAバーコードがあります。ここでは、東山植物園のハスとスイレンについて、DNAバーコードでみたときに、どのくらいきちんと同定できるのか、またそれぞれの植物はどのような近縁関係になるのかを分析しました。

分析した植物

本調査で採集した植物は、スイレン科(27種)、ジュンサイ科(1種)、サトイモ科(1種)、ハス科(2種)、ミツガシワ科(3種)の35種です(表1)。そして、その写真を、写真1~4に示します。

APGⅢ分類と一致

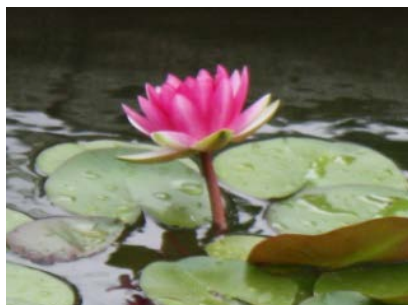
DNAバーコードディングは、遺伝子の塩基配列に基づく種同定システムです。まず、種を特定することを目的とした遺伝子の一つである遺伝子マーカー (*matK*) の塩基配列を決定し、その有効性を検討しました。なお、この遺伝子マーカーによる分析では、トチカガミ(単子葉植物)の塩基配列を決定できなかったため、それ以外の34種についての結果を図4に示しました。

遺伝子マーカー (*matK*) のDNAバーコードによると、真ん中あたりのおよそ20種はよく類似しており、

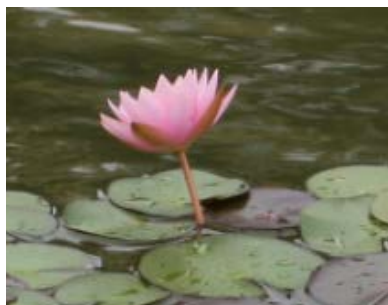
上段の数種と下段の数種の植物は若干異なるようにみられます。さらにわかりやすくするため、塩基配列の違いを基に作成する系統樹で解析しました。このような特定の塩基配列から作成する系統樹を分子系統樹と言います。しかしながら、単一の遺伝子マーカーだけでこのような解析をすることは無理があるように考えられますが、おおよその傾向はみられます。図5のように、被子植物の祖先から最初にスイレンやジュンサイのグループ(スイレン目)が分かれ、次に単子葉植物が分かれ、そして真性双子葉植物と言われるハスを含む多くの植物がうまれてきたことが示されました。

表1 分析した植物の一覧表

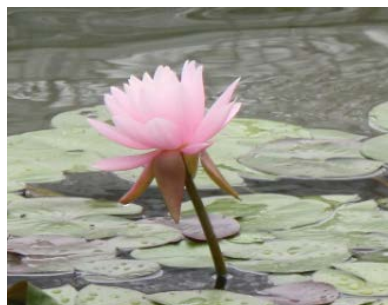
標本番号	種または品種名	学名
P0315	フロエベリ	<i>Nymphaea 'Froeberi'</i>
P0316	ラクテア	<i>Nymphaea 'Lactea'</i>
P0317	ゴンネール	<i>Nymphaea 'Gonnere'</i>
P0318	クリサンタ	<i>Nymphaea 'Chrysantha'</i>
P0319	ムーレイ	<i>Nymphaea 'Moorei'</i> alba x mexicana
P0320	ウィリアム・ファルコナー	<i>Nymphaea 'William Falconer'</i>
P0321	ファビオラ	<i>Nymphaea 'Fabiola'</i>
P0322	マレシャル・ペタン	<i>Nymphaea cv.</i>
P0323	ヴァージナリス	<i>Nymphaea 'Virginalis'</i>
P0324	コンクェラー	<i>Nymphaea 'Conqueror'</i>
P0325	ホーランドディア	<i>Nymphaea 'Hollandia'</i>
P0326	マルリアケア・クロマテラ	<i>Nymphaea 'Marliacea Chromattella'</i>
P0327	パラグアイオニバス	<i>Victoria cruziana</i> Orb.
P0328	ピンク・センセーション	<i>Nymphaea 'Pink Sensation'</i>
P0329	フォルモーサ	<i>Nymphaea 'Formosa'</i>
P0330	グラシエラ	<i>Nymphaea 'Graziella'</i>
P0331	アルバ・プレミッシマ	<i>Nymphaea Alba Plemissima</i>
P0332	シャルル・ド・ムールヴィーユ	<i>Nymphaea 'Chalres de Meurville'</i>
P0333	ラロック	<i>Nymphaea 'Laroqus'</i>
P0334	サルフュレア	<i>Nymphaea 'Sulphurea'</i>
P0335	熱帯スイレン×温帯スイレン	熱帯スイレン×温帯スイレン
P0336	エリシアナ	<i>Nymphaea 'Ellisiana'</i>
P0337	ロージー・モーン	<i>Nymphaea 'Rosy Morn'</i>
P0338	ポール・ハリオット	<i>Nymphaea 'Paul Hariot'</i>
P0339	オニバス	<i>Euryale ferox</i> Salisb.
P0340	中日友誼蓮	<i>Nelumbo nucifera 'Chunichi-Yugiren'</i>
P0341	大賀蓮	<i>Nelumbo nucifera</i>
P0342	ペルタンドラ・ウィルギニカ	<i>Peltandra virginica</i>
P0343	トチカガミ	<i>Hydrochoris dubia</i> Backer
P0344	コウホネ	<i>Nuphar japonicum</i>
P0345	ヒメコウホネ(フイリヒメコウホネ)	<i>Nuphar subintegerrimuma</i>
P0346	アサザ	<i>Nymphoides peltata</i>
P0347	ジュンサイ	<i>Brasenia schreberi</i>
P0348	ニンフォイデス	<i>Nymphoides sp.</i>
P0349	ミツガシワ	<i>Menyanthes trifoliata</i>



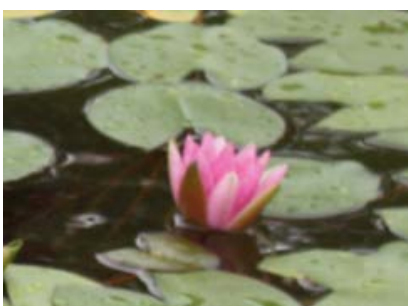
ホーランドディア(P0325)



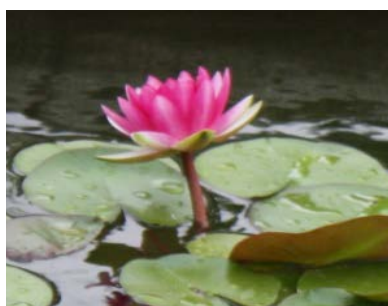
ファビオラ(P0321)



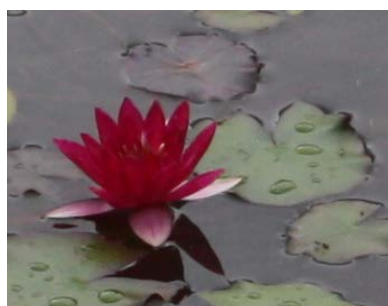
ピンク・センセーション(P0328)



マレシャル・ペタン(P0322)



コンクェラー(P0324)



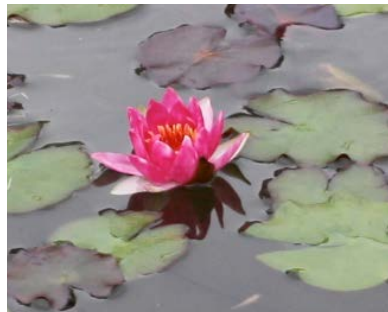
エリシアナ(P0336)



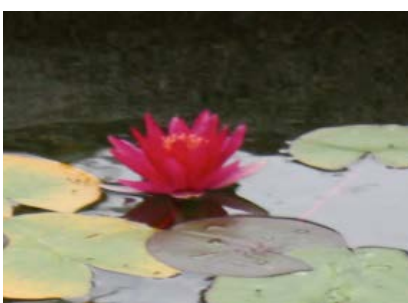
フォルモーサ(P0329)



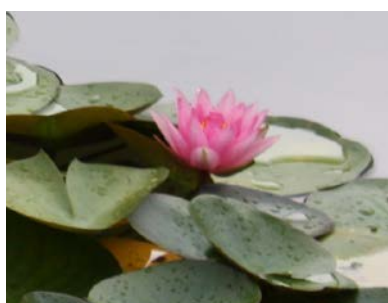
シャルル・ド・ムールヴィーユ(P0332)



フロエベリ(P0315)



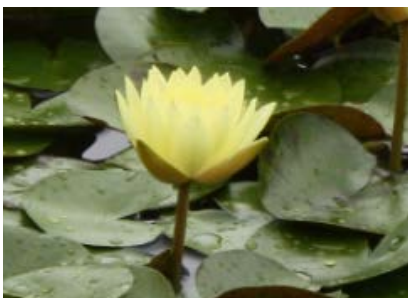
ファビオラ(P0320)



ロージー・モーン(P0337)



ラクテア(P0316)

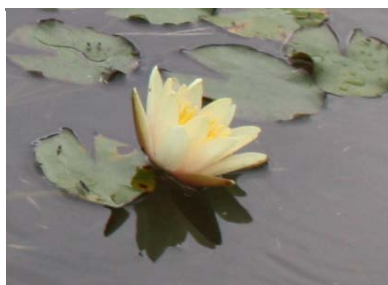


熱帯スイレン×温帯スイレン(P0335)

写真1 温帯スイレン(1)

採集した23種の温帯スイレンのうち、図5でAグループとして記した13種の写真を掲載しました。ラクテアは白色花、熱帯スイレン×温帯スイレンは黄色ですが、多くは赤花種です。

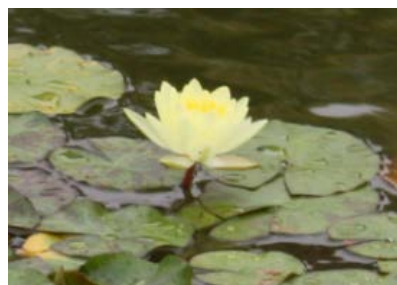
本ページの温帯スイレンにおけるDNAバーコード(*matK*)は、すべて同じ塩基配列でした。



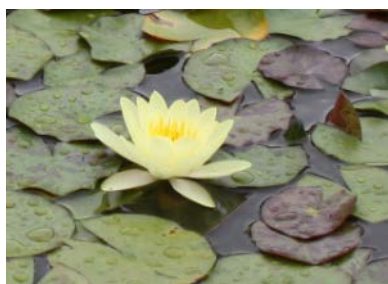
ポール・ハリオット(P0338) *



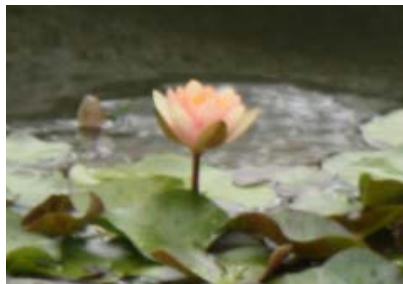
クリサンタ(P0318) *



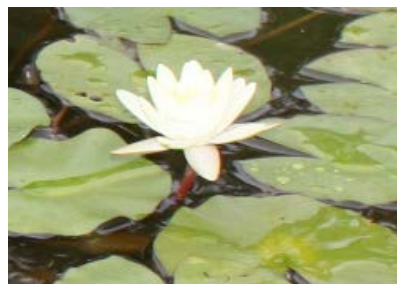
マルリアケア・クロマテラ(P0326) *



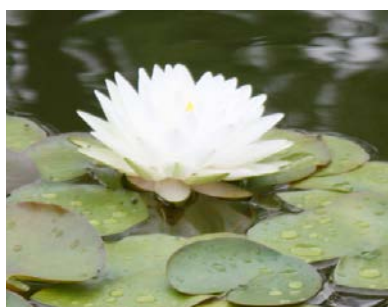
サルフェレア(P0334) *



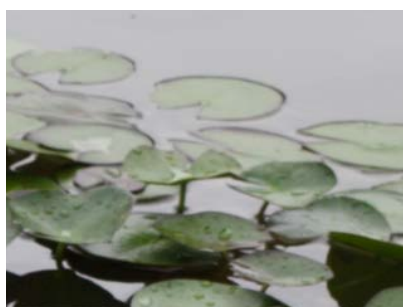
グラシエラ(P0330) *



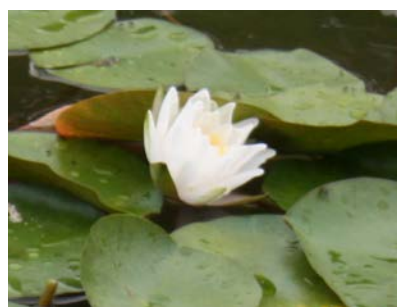
ムーレイ(P0319) *



ゴンネー(P0317)



アルバ・プレミッシマ(P0331)



ヴァージナリス(P0323)



ラロック(P0333)

写真2 温帯スイレン(2)

採集した23種の温帯スイレンのうち、図5でBグループとして記した10種の写真を掲載しました。Bグループの温帯スイレンは黄色の花が多く、この品種はたいていメキシカーナ種の系統です。また、メキシカーナ種の葉裏には斑点がでる特徴があります(写真3)。なお、葉裏の斑点の明瞭な種には、*を付けてあります。

本ページの温帯スイレンにおけるDNAバーコード(*matK*)もまた、すべて同じ塩基配列でした。



コンクェラー(P0324)



マルリアケア・クロマテラ(P0326)

写真3 温帯スイレンの葉裏

左は赤花種のコンクェラーで、右は黄花種のマルリアケア・クロマテラの葉裏です。マルリアケア・クロマテラの葉裏には、特徴的な赤黒い斑点がたくさん見られます。

写真4 スイレン属以外の植物

上段には、スイレンと比較的近いスイレン科とジュンサイ科の写真です。現在では、いずれもハスとは異なる原始的な双子葉植物と考えられています。また、下段には、単子葉植物は、サトイモ科が1種、真性双子葉植物はハス科が2種とその近縁のミツガシワ科の3種を掲載しました。

ジュンサイ科



ジュンサイ(P0347)

スイレン科



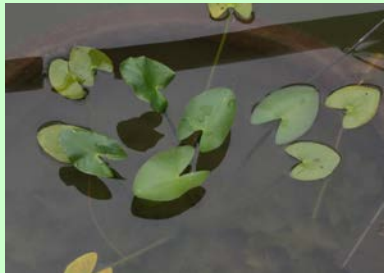
オニバス(P0339)

オニバス属



パラグアイオニバス(P0327)

オオオニバス属



コウホネ(P0344)



ヒメコウホネ(P0345)

コウホネ属

サトイモ科



ペルタンドラ・ウィルギニカ(P0342)

ハス科



大賀ハス(P0341)

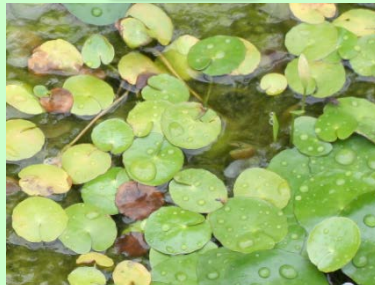


中日友好宜蓮(P0340)

ミツガシワ科



ミツガシワ(P0349)



アサザ(P0346)



ニンフォイデス(P0348)

従って、ハスとスイレンでは、進化・分類学的にかなり異なるグループであることが、この遺伝子マーカー (*matK*) を用いたDNAバーコーディングでも示すことができました。その他に、パラグアイオニバスとオニバスも、スイレンの近縁種であることがわかります。また、遺伝的には少し離れますが、コウホネやジュンサイといった植物も、スイレンと一緒に単子葉植物が生まれる以前に分岐していたというAPGIII分類と一致した結果が得られました。

近縁種の区別ができないことがある

今回の遺伝子マーカー (*matK*) を用いた解析では、コウホネとヒメコウホネは別種ですが、その塩基配列は一致しました。このように、植物では一般的に、同属内近縁種で区別の難しい例が多く見られます。同様に区別できなかったのが大賀蓮と中日友誼蓮です。中日友誼蓮は片親が大賀蓮であるため、大賀蓮と同じ遺伝子型を持っていても不思議ではありません。また、もう一方の親である中国古代ハスのデータがないため詳しくはわかりませんが、中国古代ハスもまた大賀蓮と同種であり、この遺伝子マーカー (*matK*) に対しては、中日友誼蓮も大賀蓮と同じ遺伝子型をしているのかもしれません。

スイレン属の品種とDNAバーコーディング

今回行ったDNAバーコーディングでは、スイレン属の23種で2つのグループに分かれたただけでした。一つ目のグループを写真1に、二つ目のグループを写真2にまとめました。以下、前者をAグループ、後者をBグループと呼ぶことにします。Aグループは明らかに赤系統の花が多く、Bグループは黄系統の花が多いことがわかります。DNAバーコードのデータベースでこれらを調べると、Aグループは、メキシカーナ種、オドラータ種、アルバ種の原種と同じ塩基配列の遺伝子型 (*matK*) であることがわかりました。また、Bグループと一致するものとしては、アルバ種が報告されていました。他の原種には同じ塩基配列の報告はありませんでしたが、調査研究が進めば他原種の中にも同じ遺伝子マーカー (*matK*) の塩基配列を持つものも見つかる可能性があります。従って、現在はこの遺伝子マーカー (*matK*) を用いても、スイレン属の品種を区別することはできないということになります。

特徴的なのは、グループBの黄花種にある葉裏の斑点です(写真2、3)。この斑点は、Bグループの黄花種全てのスイレンにもあり、メキシカーナ種

の血を引き継いでいると思われます。さらに、DNAバーコーディングは、母親由来の遺伝子だけを調べる手法であるため、父方にメキシカーナ種を持つ品種では、メキシカーナ種の遺伝子を検出することはできません。今回調べた黄花種がすべてBグループに分類された事から、おそらくBグループの遺伝子型 (*matK*) を持つメキシカーナ種を母親にして交配・品種改良が行われたのではないかと推測されます。しかしながら、原種に関するDNAバーコードのデータが少ないことと、品種が作出されてきた経緯を私が殆ど知らないため、間違った推論をしているのかもしれないかもしれません。今後さらに別の遺伝子も調べることで、より詳細に品種作出の過程がみえてくるのではないのでしょうか。なお、今回は遺伝子マーカーに*matK* と呼ばれる遺伝子を用いた結果のみを示しましたが、*rbcL* という他の遺伝子マーカーを用いても、*matK* の場合とほとんど同様な結果が得られました。

種内多様性とDNAバーコード

2010年に名古屋で開催された生物多様性条約第10回締約国会議(通称:COP10)の際に、生物多様性の重要性が強調されました。生物多様性条約では、「生態系の多様性」、「種の多様性」、「遺伝子の多様性」という3つのレベルで多様性があるとされています。この中の「種の多様性」ですが、文字通りで様々な生物がいるという意味です。この東山植物園だけでも、およそ7,000種もの植物が展示されています。これがすべてわかる人はほとんどいないのではないのでしょうか。そこで、「葉の一部を使って遺伝子を調べれば、専門家でなくても種を同定できるようにしよう」というのがDNAバーコードプロジェクトであり、また、形態的アプローチを強力に補強するものなのです。現在、データベースの構築のため、世界中でDNAバーコードが調べられつつあります。そして、東山植物園と名古屋市立大学の生物多様性研究センターでも、植物園に展示してある植物のDNAバーコードを調べています。

終わりに

このプロジェクトは、名古屋市立大学の平成26年度特別研究奨励費の補助のもとに行なわれたものです。また、標本採集に協力してくださった東山植物園ならびに東山植物園指導園芸係の太田美和さん、平林和也さん、ならびに和泉涼子さんに感謝致します。

ジュンサイ
 コウホネ
 ヒメコウホネ
 パラグアイオニバス
 オオオニバス
 ピンク・センセーション
 マレシャル・ペタン
 コンクエラー
 ラクテア
 熱帯スイレン x 温帯スイレン
 シャルル・ド・ムールヴィーユ
 フロエベリ
 ウィリアム・ファルコナー
 ロージー・モーン
 エリシアナ
 フォルモーサ
 ホーランドディア
 ファビオラ
 ポール・ハリオット
 ゴンネール
 マルリアケア・クロマテラ
 クリサンタ
 ヴァージナリス
 サルフュレア
 グラシエラ
 アルバ・プレミッシマ
 ムーレイ
 ラロック
 ペルタンドラ・ウィルギニカ
 大賀蓮
 中日友誼蓮
 ミツガシワ
 アサザ
 ニンフォイデス

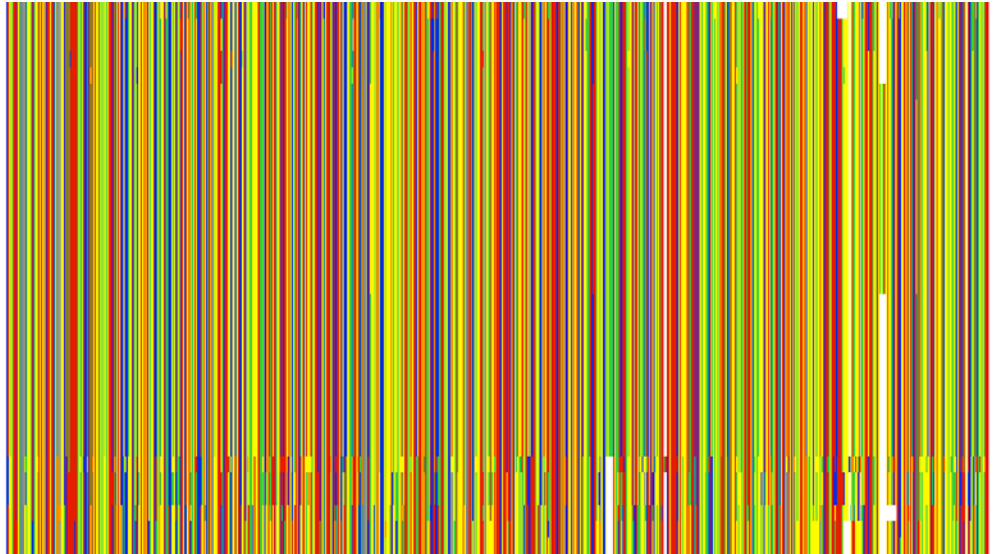


図4 遺伝子マーカー (*matK*) による34種の植物のDNAバーコード

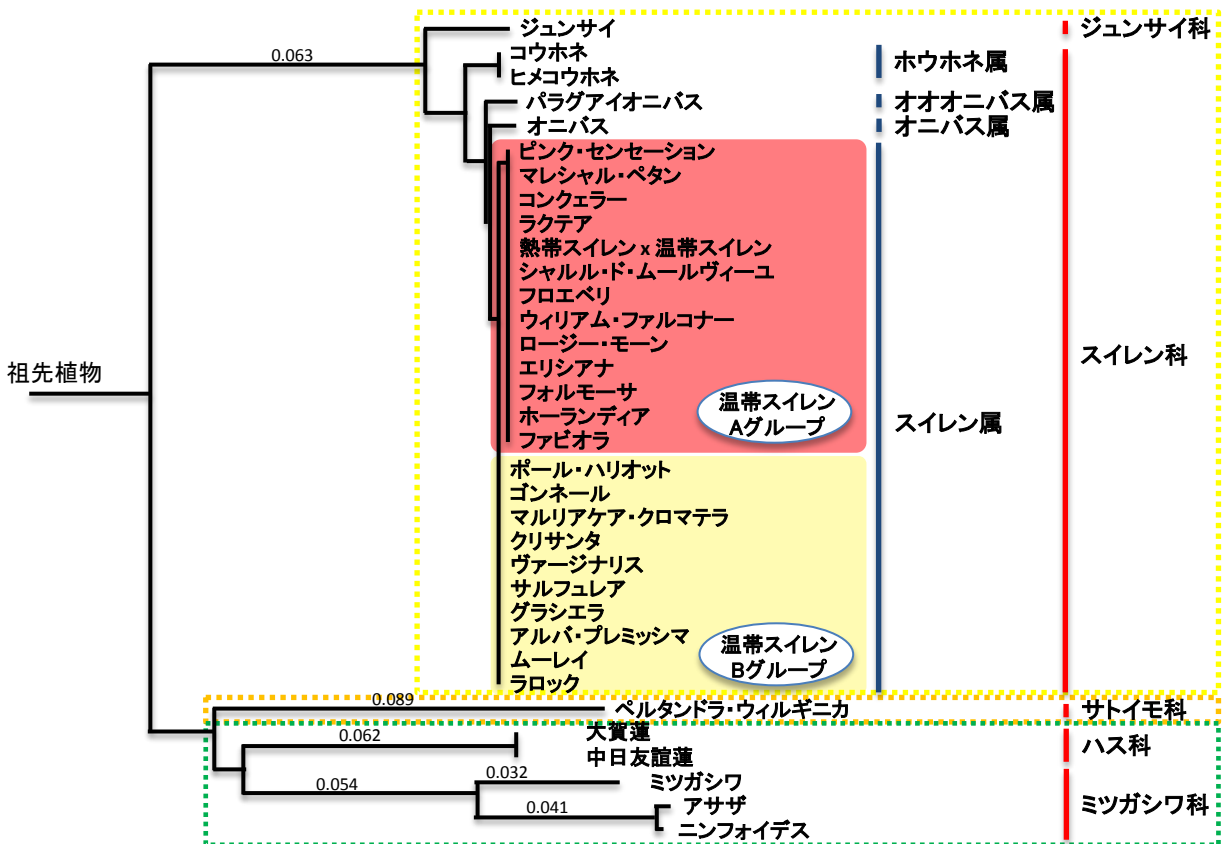


図5 遺伝子マーカー (*matK*) 遺伝子で作成した分子系統樹

参考資料

○ハスとスイレンの違い

<http://www.hoshi-no.com/w-11.html>

○ハスとスイレンの分類

http://www.gregorius.jp/presentation/page_53.html

○中日友好宜蓮

<http://www2.kumagaku.ac.jp/teacher/guomoruo/kaihou/02/>

○スイレンの品種

<http://www.d5.dion.ne.jp/~dajare/topic2.html>

○APGIII分類

<http://www.mobot.org/MOBOT/research/APweb/>

○植物学名リスト

<http://www.theplantlist.org>

資料編

- 資料1 *matK*遺伝子の塩基配列
- 資料2 *rbcL*遺伝子の塩基配列
- 写真資料1 温帯スイレンの葉裏(1)
- 写真資料2 温帯スイレンの葉裏(2)

>P0342

CCAAAGTTCTAGCACAGGAAAGTCGAAATATATACTTTATTCGATACAAACTCTGTTTTTTGAGACCCTGTAAATGAGAAAGATTCTACATATCCGACCAAAATC
GATCAATAATATCAGAATCTGACAAATCGGCCAAACTGGCTTACTAATAGGATTTCCCGATACGTTACAAAAATTTAGCTTTTGACAAATGATCCAATCATAGGAATAAT
GGAATCATAGTTTCGAATTTTTATCAACAGTATCTATAAAAAAGAATTCTCTAGCATTTTACTCTTTACCCTGAGGATTATTGGTACACTTGAAAAGATAGCCCGA
AAATAGAAAAGAAAATGGAGAATTGGTTATGTGGATCCTACTGGTTGAGACCAAAAGTGAAAATGACATTGCCAAAAATTGACAAAGTAAGATTTCATTTCTTCAT
CAGAAGGTTGAGTCCCTTTGAAAGCCAGAAATGATTTTCCCTTGATATCTAACATAATGCATGAAAAGGATCCCTGAAACCAACCATAGGGTTTTCTGAAAAATCATTACAACAAA
GTACTACGAAATGTTGTTCTATTTTTTCATAGAAATGTGTTCGCTCAAGAAAGGTTCCAGAAAGATTGTTGATCGTAAATAAGAGGATTGTTTACGGGAAAAAACAATATG
GATTCGATTCAACTACATAAGAAATATATAGGAACAAAAAGAGTCTTGGATTCTCTTTTAAAAACCAATAATAGTTAGATTCTTTGGAGTAATGAGATTATCCAAATAT
GATATTCGTGAAAAAGAAATCGTAATAAATGTAAGAGGGAAACATCTTGATCCAGCATTGTAGAATTT

>P0343 ND

>P0344

CTAGAGTTCTAGCACAGGAAAGTCGAAATATATACTTTATTCGACACAAACTGTGTTTTTTGAGGATCCGCTGTGATAATGAGAGAGATTTCTGCATATCCACCCGAAT
CGAGCAATAATATCAGAATCCGACGAATCGGCCAGACTGATTTACTAATAGGATACCTGTACGTTACAGAATTTAGCTTTAACCAACGATCCAATCAGAGGAAAA
TTGGGACTATTGTATCGAATCTCTTAATAGCAGTATCGATCATAAATGAATTTCTAGCATTGACTCCTTATCACCCAAGGCATTAGTCGTACACCTGAAAGATAGCCC
AGAAAAATAGAAAAGAAATGATTGGATAATTCATTTATATGGATCCACCCCGGTTGAGACCATAAAGTAAAAATGACATTGCCAGAAATTTGACAAGGTAATATTTCCATTTCTT
CATCAGTAAATTAGTACACCTTGAAGCCATAATTTGATTTTCCCTTGATACCTAACATAATGCATCAAGGTTCCCTTGAAGAACCAGAGGGCAGGGTCCCTTGAGAAATCA
TTACGAGGTGCCACTACAAGATGTTTTATTTTTCCATAAAAAATGTGTTCTCTCAAGAAAGGCTAGAGAAGATATTGCCGTAATGAGAGGATTGTTTACGAGGAAAAAC
TAATACGGATTCCGATTATACATGAGAATTATACAAGAACAAGAAATATCTTGTATTTCCCTTTGAAAAATGAAAATGGATTCTTTGGAGTAATAAGGCTATTCCA
ATTATGATGCTCGTGTAGAAAGCATCTCAATAAATGCAAAAGAAGGAGCATCTCGTATCCGGGTGCGAAGAGTTT

>P0345

CTAGAGTTCTAGCACAGGAAAGTCGAAATATATACTTTATTCGACACAAACTGTGTTTTTTGAGGATCCGCTGTGATAATGAGAGAGATTTCTGCATATCCACCCGAAT
CGAGCAATAATATCAGAATCCGACGAATCGGCCAGACTGATTTACTAATAGGATACCTGTACGTTACAGAATTTAGCTTTAACCAACGATCCAATCAGAGGAAAA
TTGGGACTATTGTATCGAATCTCTTAATAGCAGTATCGATCATAAATGAATTTCTAGCATTGACTCCTTATCACCCAAGGCATTAGTCGTACACCTGAAAGATAGCCC
AGAAAAATAGAAAAGAAATGATTGGATAATTCATTTATATGGATCCACCCCGGTTGAGACCATAAAGTAAAAATGACATTGCCAGAAATTTGACAAGGTAATATTTCCATTTCTT
CATCAGTAAATTAGTACACCTTGAAGCCATAATTTGATTTTCCCTTGATACCTAACATAATGCATCAAGGTTCCCTTGAAGAACCAGAGGGCAGGGTCCCTTGAGAAATCA
TTACGAGGTGCCACTACAAGATGTTTTATTTTTCCATAAAAAATGTGTTCTCTCAAGAAAGGCTAGAGAAGATATTGCCGTAATGAGAGGATTGTTTACGAGGAAAAAC
TAATACGGATTCCGATTATACATGAGAATTATACAAGAACAAGAAATATCTTGTATTTCCCTTTGAAAAATGAAAATGGATTCTTTGGAGTAATAAGGCTATTCCA
ATTATGATGCTCGTGTAGAAAGCATCTCAATAAATGCAAAAGAAGGAGCATCTCGTATCCGGGTGCGAAGAGTTT

>P0346

CTAAAGTTTTAGCACAGAAGCCGAAGTATATACTTTATTCGATACAAAGTCTTTTTTTGAGGATCCGCTATGATAATGAGAAAAGTTTCTGTATATACGCCAAATC
GCTCAATAATATCCGAATCGGATAAATCGGTCCAAACCGACTTACCAATCGGATGCCCTAATCGTTACAAAAATTTCCGCTTTAGCCAATGATCTAATGATTGGCATAAT
GGAACAATAATATCAAACTTCGTAATAGTATTATCAATAGAAAATGAATTTGAGCATTGACTACGATCATTGAAAGGCTTTAGCCGCACACCTGAAACGATAACCCATA
AAGTCAACCGAATGGTTGGATAATTTGGTTTATATGAATCCTTCTCGTTGAGACCACAGGTAAAAATAACATTGACAGAAATTTACAAAAAATATTTCCATTTAGTTATC
AAAAGAGACGTTCCCTTTTGGATGCAAGAAATCGATTTTCCCTTGATACCTAACATAATGCATCAAGGATCCCTTAAATAACCATAGACTGACTTTGAAAAGCCCTGGGAAAGA
CTTCTACAAGATGTTCTATTTTTCTATAGAAATATATCGTTCAAGAAGGGCTCCAGAAGATGTTGATCGTAAATAAGAAAGATTGATTACGGAGAAAGCAAAAGATGGAT
TCGATTCACATACATGAAAATATATAGGAAAAAAAACAGTCTTTGATTTGTTTTGAAATTTAAAAAAGCTTTCTTTGAAGTAATAAGACTATTCCAATTATGATACTCGTT
AAGAAAAGAAATCTTAATAAATGCAAAAGAAGGAGTCTCTATCAAGTAGCGAAGAGTTT

>P0347

CTAGAGTTCTAGCACAGGAAAGTCGAAATATATACTTTATTCGACACAAACTGTGTTTTTTGAGGATCCGCTGTGATAATGAGAGAGATTTCTGCATATCCATCCGAAT
CGAGCAATAATATCAGAATCCGACAAATCAGCCAGACTGACTTACTAGTAGGATGCCCTGTACGTTACAGAATTTCCGCTTTAACCAACGATCCAATCAGAGGAAAA
TTGGGACTATTGTATCGAATCTCTTGATAGCAGTGTGATCATAAATGAATTTCTAGCATTGACTACGATCATTGAAAGGCTTTAGCCGCACACCTGAAACGATAACCCATA
AGAAAAATAGAAAAGAAATGATTGGATAATTCATTTATATGAATCCTTCTCGTTGAGACCATAAAGTAAAAATGACATTGCCAGAAATTTGACAAGGTAATATTTCCATTTCTT
ATCAGTAAATTTGGTACACCTTGAAGCCATAATTTGATTTTCCCTTGATACCTAACATAATGCATCAAGGTTCCCTTGAAGAACCAGAGGGCAGGGTCCCTTTGAGAAATCA
TACGAGGCGCCACTACAAGATGTTTTATTTTTCCATAAAAAATGTGTTCTCTCAAGAAAGGCTAGAGAAGATATTGACCATAATGAGAGGATTGTTTACGAGGAAAAACT
AATATGGATTCCGATTATACATGAGAATTATACAAGAACAAGAAATATCTTGTATTTTCAATGAAAATGCAATTTCTTTGGAGTAATAGGACTATTGCAATTTATGATGCT
TCGTTAGAAAGCATCTCAATAGATGCAAAAGAAGGAGCATCTCGTATCCGGGTACGAAGAGTTT

>P0348

CTAAAGTTTTAGCACAGAAGCCGAAGTATATACTTTATTCGATACAAAGTCTTTTTTTGAGGATCCGCTATGATAATGAGAAAAGTTTCTGTATATACGCCAAATC
GCTCAATAATATCCGAATCGGATAAATCGGTCCAAACCGACTTACCAATCGGATGCCCTAATCGTTACAAAAATTTCCGCTTTAGCCAATGATCTAATGATTGGCATAAT
GGAACAATAATATCAAACTTCGTAATAGTATTATCAATAGAAAATGAATTTGAGCATTGACTACGATCATTGAAAGGCTTTAGCCGCACACCTGAAACGATAACCCAG
AAAGTCAACCGAATGGTTGGATAATTTGGTTTATATGAATCCTTCTCGTTGAGACCACAGGTAAAAATAACATTGCCAGAAATTTACAAAAAATATTTCCATTTAGTTAT
CAAAAGAGACGTTCCCTTTTGGATGCAAGAAATGGATTTTCCCTTGATACCTAACATAATGCATGAAAGGATCCCTTAAATAACCATAGACTGACTTTGAAAAGCCCTGGGAAAGA
CTTCTACAAGATGTTCTATTTTTCTATAGAAATATATCGTTCAAGAAGGGCTCCAGAAGATGTTGATCGTAAATAAGAAAGATTGATTACGGAGAAAGCAAAAGATGGAT
TCGATTCACATACATGAAAATATATAGGAAAAAAAACAGTCTTTGATTTGTTTTGAAATTTAAAAAAGCTTTCTTTGAAGTAATAAGACTATTGCAATTTATGATACTCGTT
AAGAAAAGAAATCTTAATAAATGCAAAAGAAGGAGTCTCTATCAAGTAGCGAAGAGTTT

>P0349

CTAAAGTTCTAGCACAGAAGGTCGAAATATATACTTTATTCGATACAAAGTCTTTTTTTGAGGATCCGCTATGATAATGAGAAAAGTTTCTGTATATACGCCAAATC
GGTCAATAATATCAGAATCTGATAAATCGGTCCAAATCGACTTACCAATAGGATGCCCTAATCGTTACAAAAATTTCCGCTTTAGCCAATGATCTAATCATTGGCATAAT
GGAACAATAGTATCAAACTTCGTAATAGTATTATCAATAGAAAATGAATTTGAGCATTGACTGCGTACCATTGAAAGGCTTTAGCCGCACACCTGAAACGATAACCCAG
AAAGTCAAGGAAATAGTTGGATAATTTGGTTTATATGACCCTTCTCGTTGAGACCACAAGTAAAAATAACATTGCCAGAAATTTGACAAAGTAAATATTTCCATTTATTCAT
CAAAAGAGACGTTCCCTTTTGGATGCAAGAAATGGATTTTCCCTTGATACCTAACATAATGCATGAAAGGATCCCTTGAACCAACCATAGATTGGCTTTGAAAAGTCCCTGGGAAAG
GCTTCTGCAAGATGCTCTATTTTTCCATAGAAATATATCGTTCAAGAAGGGCTCCAGAAGATGTTGATCGTAAATAAGAAAGATTGTTTACGGAGAAAGCAAAAGATGG
ATTCGATTCACATACATGAGAATTATAGGAAGAAGAATAGCTTTGATTTATTTTTGAAAAGACGAACTGGCTTTCTTTGAAGTATTCCAATTTATACTCGTGGAG
AAAGAATCTTAATAAATGCAAAAGAAGGAGTCTTTTATCCAGTAGCGAAGAGTTT

>P0339

AAGTGTGGATTCAAAGCTGGTGTAAAGATTACAGATTGACTTATTACACTCTGAGTATGAAACCCCTTGCTACTGATATCTTGGCAGCATTCCGAGTAACTCCTCAAC
CTGGAGTTCACCTGAGGAAGCAGGAGCTGCGGTGGCTGCCGAATCTTCCACTGGTACATGGACAACCTGTGGACCGATGGACTTACCAGCCTTGATCGTTACAAA
GGACGATGCTACCACATCGAGCCGTTGCTGGGGAGGAAAAATCAATATATTGCTTATGTAGCTTACCCTTTGGACCTTTTTGAAGAAGGTTCTGTTACTAACATGTTTAC
TTCCATTGTGGGTAATGTATTTGGGTTCAAAGCCCTACGAGCTCTACGCTGTGGAGGATCTGAGAATTCCTCCTGCTTATTCTAAAACTTCCAGGGCCCACTCATGGA
ATCCAAGTTGAGAGAGATAAATTGAACAAGTATGGTCGTCGCCCTATTGGGATGTACTATTAACCAAAAATTGGGGTTATCTGCAAAAGAACTATGGGAGAGCGGTTTATG
AGTGCTC

>P0340

AAGTGTGGATTCAAAGCTGGTGTAAAGATTACAGATTGACTTATTATACTCTGAATATGAAACCAAGATACTGATATCTTGGCAGCATTCCGAGTAACTCCTCAAC
CTGGAGTTCACCTGAGGAAGCAGGGGCCGCGTAGCTGCCGAATCTTCTACTGGTACATGGACAACCTGTGGACCGATGGACTTACCAGCCTTGATCGTTACAAA
GGACGATGCTACCACATCGAGCCGTTGCTGGGAGAAAGAAATCAATTTATTGCTTATGTAGCTTACCCTTTAGACCTTTTTGAAGAAGGTTCTGTTACTAACATGTTTAC
TTCCATTGTGGGTAATGTATTTGGGTTCAAAGCCCTACGCTCTACGCTGTGGAGGATCTGCGAATTCCTCCTGCTTATTCTAAAACTTCCAGGGCCCACTCATGGT
ATCCAAGTTGAGAGAGATAAATTGAACAAGTATGGTCGTCGCCCTATTGGGATGTACTATTAACCAAAAATTGGGGTTATCCGCTAAGAAGTACGGTAGAGCGGTTTATG
AATGCTA

>P0341

AAGTGTGGATTCAAAGCTGGTGTAAAGATTACAGATTGACTTATTATACTCTGAATATGAAACCAAGATACTGATATCTTGGCAGCATTCCGAGTAACTCCTCAAC
CTGGAGTTCACCTGAGGAAGCAGGGGCCGCGTAGCTGCCGAATCTTCTACTGGTACATGGACAACCTGTGGACCGATGGACTTACCAGCCTTGATCGTTACAAA
GGACGATGCTACCACATCGAGCCGTTGCTGGGAGAAAGAAATCAATTTATTGCTTATGTAGCTTACCCTTTAGACCTTTTTGAAGAAGGTTCTGTTACTAACATGTTTAC
TTCCATTGTGGGTAATGTATTTGGGTTCAAAGCCCTACGCTCTACGCTGTGGAGGATCTGCGAATTCCTCCTGCTTATTCTAAAACTTCCAGGGCCCACTCATGGT
ATCCAAGTTGAGAGAGATAAATTGAACAAGTATGGTCGTCGCCCTATTGGGATGTACTATTAACCAAAAATTGGGGTTATCCGCTAAGAAGTACGGTAGAGCGGTTTATG
AATGCTA

>P0342

AAGTGTGGATTCAAAGCTGGTGTAAAGATTACAAATGACTTATTATACTCTGACTATGAGACAAAAGATACTGATATCTTGGCAGCATTCCGAGTAACTCCTCAAC
CCGGAGTTCACCTGAAGAAGCAGGGGCTGCAGTAGCTGCCGAATCTTCTACTGGTACATGGACAACCTGTGGACTGATGGACTTACCAGCTTGATCGTTACAAA
GCCGATGCTACCACATCGAGCCGTTGTTGGGGAGGAAAAATCAATATATTGCTTATGTAGCTTACCCTTTAGACCTTTTTGAAGAAGGTTCTGTTACTAACATGTTTAC
TCTATTGTAGGTAATGTATTTGGGTTAAAGCTTACGAGCTCTACGCTGTGGAGGATTTGCGAATTCCTCCGCTTATCCAAAATTTCCAAGGCCCGCTCACGGTAT
CCAAGTTGAAAGAGATAAATTGAACAAGTATGGTCGTCGCCCTATTGGGATGTACGATTAACCAAAAATTGGGATTATCCGCGAAAAACTACGGTAGAGCGGTTTATGA
ATGCTC

>P0343

AGGTGTGGATTCAAAGCTGGTGTAAAGATTACAAATGACTTATTATACTCTGAATATGAAACCCCTAGATACTGATATCTTGGCAGCATTCCGAGTAACTCCGCAAC
CTGGAGTTCACCTGAAGAAGCAGGGGCTGCAGTAGCTGCCGAATCTTCTACTGGTACATGGACAACCGTGTGGACTGATGGACTTACGAGCCTTGATCGTTACAAA
GGACGATGCTACCACATCGAGCCGTTGCTGGGGAGGAAAGTCAATATATTGCTTATGTAGCTTACCCTTTAGACCTTTTTGAAGAAGGTTCTGTTACTAACATGTTTAC
CTTCCATTGTGGGTAATGTATTTGGGTTCAAAGCTCTACGAGCTCTACGCTGTGGAGGATTTGCGAATTCCTCCTGCTTATTCTAAAACTTCCAAAGTCCACCTCATGGA
ATCCAAGTTGAGAGAGATAAATTGAACAAGTATGGTCGTCCTCTATTGGGATGTACTATTAACCAAAAATTGGGATTATCCGCGAAAAACTACGGTAGAGCTGTTTATGA
ATGCTA

>P0344

AAGTGTGGATTCAAAGCTGGTGTAAAGATTACAGATTGACTTATTACACTCTGATTATGAAACCCCTTGCTACTGATATCTTGGCAGCATTCCGAGTAACTCCTCAAC
CTGGAGTTCACCTGAGGAAGCAGGAGCTGCGGTGGCTGCCGAATCTTCCACTGGTACATGGACAACCTGTGGACCGATGGACTTACCAGCCTCGATCGTTACAAA
GGACGATGCTACCACATCGAGCCGTTCTGGGGAGGAAAAATCAATATATTGCTTATGTAGCTTACCCTTTGGACCTTTTTGAAGAAGGTTCTGTTACTAACATGTTTAC
TTCCATTGTGGGTAATGTATTTGGGTTCAAAGCCCTACGAGCTCTACGCTGTGGAGGATTTGCGAATTCCTCCTGCTTATTCTAAAACTTCCAAAGTCCACCTCATGGA
ATCCAAGTTGAGAGAGATAAATTGAACAAGTATGGTCGTCGCCCTATTGGGATGTACTATTAACCAAAAATTGGGGTTATCCGCGAAAAACTACGGTAGAGCTGTTTATGA
AGTGCTC

>P0345

AAGTGTGGATTCAAAGCTGGTGTAAAGATTACAGATTGACTTATTACACTCTGATTATGAAACCCCTTGCTACTGATATCTTGGCAGCATTCCGAGTAACTCCTCAAC
CTGGAGTTCACCTGAGGAAGCAGGAGCTGCGGTGGCTGCCGAATCTTCCACTGGTACATGGACAACCTGTGGACCGATGGACTTACCAGCCTCGATCGTTACAAA
GGACGATGCTACCACATCGAGCCGTTCTGGGGAGGAAAAATCAATATATTGCTTATGTAGCTTACCCTTTGGACCTTTTTGAAGAAGGTTCTGTTACTAACATGTTTAC
TTCCATTGTGGGTAATGTATTTGGGTTCAAAGCCCTACGAGCTCTACGCTGTGGAGGATTTGCGAATTCCTCCTGCTTATTCTAAAACTTCCAAAGTCCACCTCATGGA
ATCCAAGTTGAGAGAGATAAATTGAACAAGTATGGTCGTCGCCCTATTGGGATGTACTATTAACCAAAAATTGGGGTTATCCGCGAAAAACTATGGGAGAGCGGTTTATG
AGTGCTC

>P0346

AAGTGTGGATTCAAAGCTGGTGTAAAGATTATAAATGACTTATTATACTCTGAATATGAAACCAAGGAGACTGATATCTTAGCAGCATTCCGAGTAACTCCTCAAC
CTGGAGTTCACCTGAAGAAGCAGGGGCCGAGTAGCAGCCGAATCTTACCCTGGTACATGGACAACCTGTGGACCGATGGACTTACAAGCCTTGATCGTTACAAA
GGCCGATGCTATTTATCGAGCCGTTCTGGGAGAAACAATCAATATATTGTTATGTAGCTTACCCTTTAGACCTTTTTGAAGAAGGTTCTGTTACTAACATGTTTAC
TTCCATTGTGGGTAATGTATTTGGGTTCAAAGCCCTACGAGCTCTACGCTGTGGAGGATTTGCGAATTCCTCCTGCTTATTCTAAAACTTCCAAAGTCCACCTCATGGA
ATCCAAGTTGAGAGAGATAAATTGAACAAGTATGGTCGTCGCCCTATTGGGATGTACTATTAACCTAAATTTGGGGTTATCTGCTAAAAACTACGGTAGAGCTGTTTATGA
ATGCTT

>P0347

AAGTGTGGATTCAAAGCTGGTGTAAAGATTACAGATTGACTTATTACACTCTGATTATGAAACCCCTTGCTACTGATATCTTGGCAGCATTCCGAGTAACTCCTCAAC
CTGGAGTTCACCTGAGGAAGCAGGAGCTGCGGTGGCTGCCGAATCTTCCACTGGTACATGGACAACCTGTGGACCGATGGACTTACCAGCCTCGATCGTTACAAA
GGCCGATGCTATTTATCGAGCCGTTCTGGGAGAAACAATCAATATATTGCTTATGTAGCTTACCCTTTAGACCTTTTTGAAGAAGGTTCTGTTACTAACATGTTTAC
TTCCATTGTGGGTAATGTATTTGGGTTCAAAGCCCTACGAGCTCTACGCTGTGGAGGATCTGAGAATTCCTCCTGCTTATTCTAAAACTTCCAAAGTCCACCTCATGGA
ATCCAAGTTGAGAGAGATAAATTGAACAAGTATGGTCGTCGCCCTATTGGGATGTACTATTAACCAAAAATTGGGGTTATCCGCGAAAAACTATGGGAGAGCGGTTTATG
AGTGCTC

>P0348

AAGTGTGGATTCAAAGCTGGTGTAAAGATTATAAATGACTTATTATACTCTGAGTATGAAACCAAGGATACTGATATCTTAGCAGCATTCCGAGTAACTCCTCAAC
TGGAGTTCACCTGAAGAAGCAGGGGCCGAGTAGCAGCCGAATCTTACCCTGGTACATGGACAACCTGTGGACCGATGGACTTACAAGCCTTGATCGTTACAAA
GGCCGATGCTATTTATCGAGCCGTTCTGGGAGAAACAATCAATATATTGCTTATGTAGCTTACCCTTTAGACCTTTTTGAAGAAGGTTCTGTTACTAACATGTTTACT
CCATTGTAGGTAATGTATTTGGGTTAAAGCTCTGCGTCTACGCTTGGAGGATTTGCGAATTCCTCCTGCTTATTCTAAAACTTCCAAAGTCCACCTCATGGA
ATCCAAGTTGAGAGAGATAAATTGAACAAGTATGGTCGTCGCCCTATTGGGATGTACTATTAACCTAAATTTGGGGTTATCCGCTAAAAACTACGGTAGAGCTGTTTATGA
ATGCTT

>P0349

AAGTGTGGATTCAAAGCTGGTGTAAAGATTATAAATGACTTATTATACTCTGATTATGAAACCAAGGATACTGATATCTTGGCAGCATTCCGAGTAACTCCTCAAC
CTGGAGTTCACCTGAAGAAGCAGGGGCCGAGTAGCTGCCGAATCTTCTACTGGTACATGGACAACCTGTGGACCGATGGACTTACCAGCCTTGATCGTTACAAA
GGCCGATGCTATCACATCGAGCCGTTCTGGGAGAAAGAAATCAATTTATTGCTTATGTAGCTTACCCTTTAGACCTTTTTGAAGAAGGTTCTGTTACTAACATGTTTAC
TTCCATTGTAGGTAATGTATTTGGGTTCAAAGCCCTGCGTCTACGCTGTGAAGGATTTGCGAATTCCTCCTGCTTATTCTAAAACTTCCAAAGTCCACCTCATGGA
ATCCAAGTTGAGAGAGATAAATTGAACAAGTATGGTCGTCGCCCTATTGGGATGTACTATTAACCTAAATTTGGGGTTATCCGCTAAAAACTACGGTAGAGCTGTTTATGA
ATGCTT



ホーランドディア(P0325)



ファビオラ(P0321)



ピンク・センセーション(P0328)



マレシャル・ペタン(P0322)



コンクェラー(P0324)



エリシアナ(P0336)



フォルモーサ(P0329)



シャルル・ド・ムールヴィーユ(P0332)



フロエベリ(P0315)



ファビオラ(P0320)



ロージー・モーン(P0337)



ラクテア(P0316)



熱帯スイレン×温帯スイレン(P0335) *

資料写真1 温帯スイレンの葉裏(1)

写真2に対応するAグループの葉裏写真を掲載しました。黄花の熱帯スイレン×温帯スイレンだけ斑点が入っていることから、このスイレンの親株は葉メキシカーナ種系統のスイレンが使われたと思われます。なお、葉裏の斑点の明瞭な種には、*を付けてあります。



ポール・ハリオット(P0338) *



クリサンタ(P0318) *



マルリアケア・クロマテラ(P0326) *



サルフェレア(P0334) *



グラシエラ(P0330) *



ムーレイ(P0319) *



ゴンネー(P0317)



アルバ・プレミッシマ(P0331)



ヴァージナリス(P0323)



ラロック(P0333)

資料写真2 温帯スイレンの葉裏(2)

写真3に対応するBグループの葉裏写真を掲載しました。このページの温帯スイレンはすべて同じ遺伝子の塩基配列を与えますが、上2段は黄花種です。そのすべての種の葉裏に斑点が入っていることから、メキシカーナ種の系統であると推察されます。なお、葉裏の斑点の明瞭な種には、*を付けてあります。

編集員

森山昭彦、鈴木美恵子

標本採集・写真

太田美和、平林和也、和泉涼子、森山昭彦、鈴木美恵子

遺伝子分析

村瀬幸雄



東山植物園 ハスとスイレンのDNAバーコーディング

2015年4月 印刷・発行

発行 名古屋市立大学大学院システム自然科学研究科生物多様性研究センター
〒467-8501 名古屋市瑞穂区瑞穂町字山の畑1
Tel. 052-872-5851 Fax. 052-872-5857

協力 名古屋市緑政土木局東山総合公園
〒464-0804 名古屋市千種区東山元町3-70