

5. 新飼育舎による系統保全

飼育舎建設の経緯

現況生息地及び堰上流左岸新生息地の2箇所での系統維持では系統絶滅の危険をぬぐいきれないため、人工管理下での飼育が検討された。しかし当初は他地域の集団由来の遺伝子を交雑させず、かつ遺伝子の多様性を確保することに配慮しながら、迅速に個体増殖を行う必要性があったため、国立環境研究所の増殖技術を活用していた。

しかしながら、平成12年からの4年間の増殖作業により、ある程度の個体数が確保されたことで系統が途絶えてしまう危険性が減少し、また堰上流左岸新生息地でのヒヌマイトトンボの増殖が順調に進んでいたことから、平成16年度より国立環境研究所から増殖幼虫を江戸川河口出張所に建設した新飼育舎で飼育を開始した。

資料：平成15年度 行徳可動堰周辺環境調査検討業務

平成21年度 江戸川河口部希少種保全調査業務

平成15年の調査で現況生息地において成虫2匹が確認され、また堰上流左岸新生息地では再生産が確認され、比較的順調に個体数を維持している。この河川内の2箇所により、当該地域のヒヌマイトトンボの系統維持を計画しているが、当該箇所のみでは系統絶滅の危険をぬぐいきれないため、人工管理下での系統維持を行うこととして国立環境研究所での飼育が検討された。

しかし、飼育を行う上で、

- ・極力生息地に近い状況で飼育し、現地の環境に対応できる個体を残す。
- ・現状で行徳可動堰の改修の目途が立たっておらず、飼育が長期化する可能性がある。そのため、個体維持は極力低コストで行う必要がある。

等といった問題がある。そこで、当面は、江戸川河口出張所内の新飼育舎において人工管理下での飼育による系統の維持を計ることとした。

江戸川河口出張所内には、市川市に寄贈した飼育施設があるが、

- ・既存施設は飼育槽の面積が小さいために、系統維持に十分な数の幼虫を飼育できず、近親による交尾による異常個体生産の可能性は高くなる。
- ・水深が十分でないために貯水が十分にできず、幼虫を乾燥にさらす危険性がある。
- ・水の交換ができる構造になっておらず、水質が悪化した場合の対処ができない。

等といった問題がある。そのため、上記5点を考慮した飼育施設を新たに建設することとした。

飼育舎設計の考え方

飼育必要個体数の算出から、飼育舎の必要面積を検討した。

資料：平成 15 年度 行徳可動堰周辺環境調査検討業務

飼育必要個体数の算出

- ① 個体群を存続させるために必要な個体数に関する古典的な一般則として、「500 則」といわれるものがある。500 則は環境の変動に対応できるだけの遺伝的な変異を保つために必要な有効な個体数として提案されたものである。本業務では、種の系統維持に必要な個体数を、「500 則」により成虫 500 個体と仮定する。
- ② 成虫 500 個体を維持するのに必要な幼虫個体については、飼育方法は既存の飼育舎での飼育方法に準じて行うことから、既存の飼育施設での幼虫個体数と成虫個体数との関係から求める。既存の飼育施設での個体数調査は、平成 8 年から平成 12 年まで行われている。
- ③ 既存の飼育施設での成虫個体数と幼虫個体数との関係を表 5. 1 に示す。成虫個体数については、寿命を 2 週間と仮定して、調査の結果から最低確認個体数を算出した。幼虫個体数については、幼虫が窪地等に偏って生息していることが多いことから、幼虫の生息に適した窪地等が飼育槽の面積の半分を占める場合(a)と、1/4 を占める場合(b)とを仮定した (図 5. 1)。

表 5. 1 江戸川河口出張所内飼育舎でのヒヌマイトトンボの個体数変化の推測 (H8~H12)

調査時期		平成8年 6月	平成9年 11月	平成9年 6月~9月	平成10年 1月	平成10年 5月~9月	平成11年 1月	平成11年 5月~9月	平成12年 1月
成虫		69		109		203		367	
幼虫	ゴドラート調査で確認した 幼虫数に飼育槽の面積を 乗じて個体数を評価 ※1		160		1120		2160		960
	(a) 飼育槽の半分が生息適地と 仮定(※1の個体数の1/2)		80		560		1080		480
	(b) 飼育槽の1/4が生息適地と 仮定(※1の個体数の1/4)		40		280		540		240

② 幼虫個体数と生産された成虫個体数
(飼育槽の 1/4 が生息適地と仮定した場合)

⑥ 幼虫個体数が半減

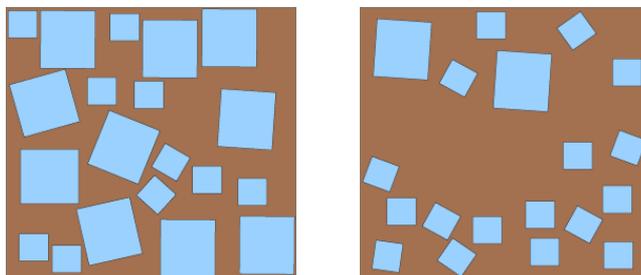


図 5. 1 窪地等（水色部）が 50%分布する場合（左）と 25%分布する場合（右）のイメージ

④幼虫個体数とその幼虫から生産される成虫の個体数との関係式を、2 パターンそれぞれについて求めた (図5. 2)。

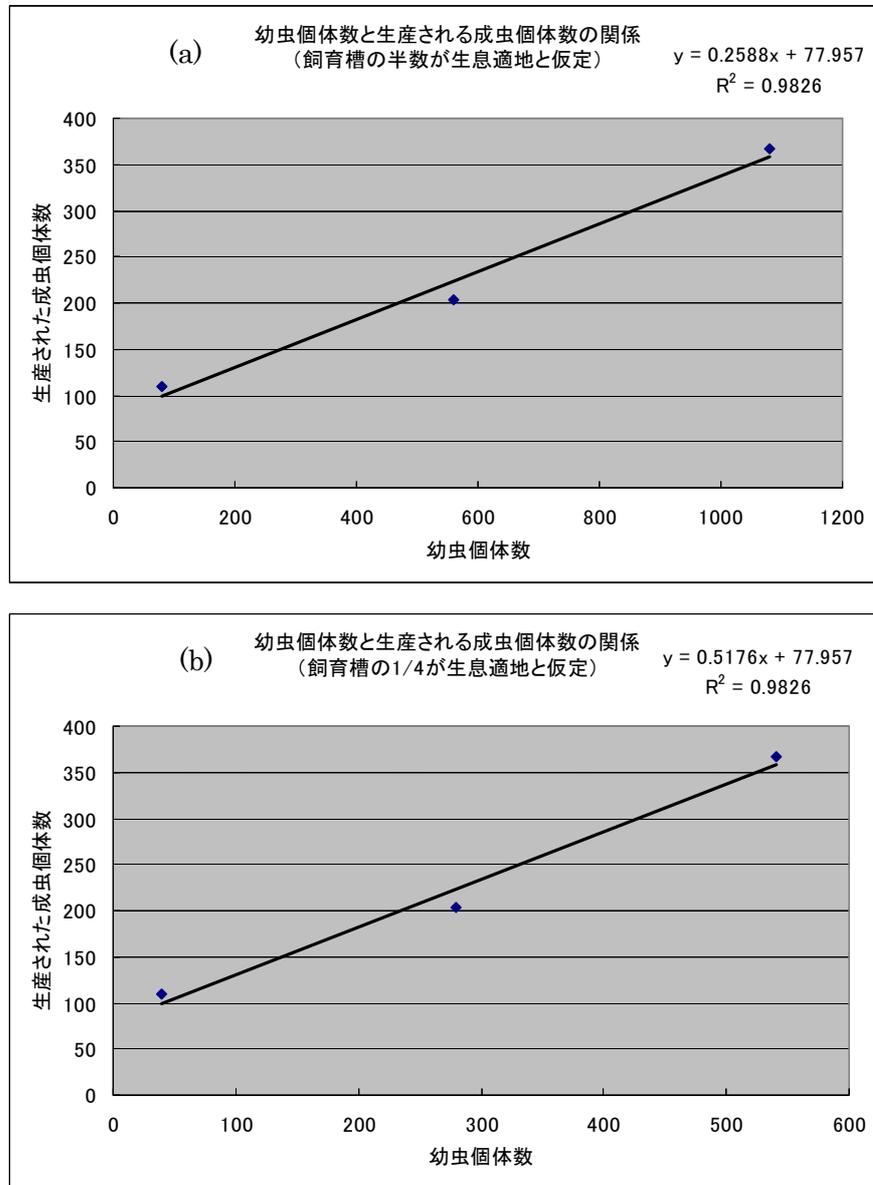


図5. 2 幼虫個体数とその幼虫数から生産される成虫個体数との関係
(上段 ; 半数が生息適地と仮定した場合、下段 1/4 が生息適地と仮定した場合)

⑤必要な成虫個体数を、①により 500 個体と仮定し、④で求めた関係式から成虫 500 個体の生産に必要な幼虫数を求めると、

(1) 「半分が生息適地と仮定」 $(500 \text{ 個体} - 77.957) \div 0.2588 \doteq 1700 \text{ 個体}$

(2) 「1/4 が生息適地と仮定」 $(500 \text{ 個体} - 77.957) \div 0.5176 \doteq 800 \text{ 個体}$

となり、必要な幼虫飼育数は 800～1700 個体程度となる。

⑥⑤で算出した 800～1700 個体の幼虫を飼育するのに必要な面積を求める。成虫の個体数が平成 11 年まで増加しているのに対し、幼虫の個体数は平成 11 年から 12 年にかけて半数以下に激減した。既存の飼育槽の総面積は 8m^2 と小さく、また、餌の供給は自然発生にまかせていた点から、幼虫発生数の激減の原因として、平成 11 年時の幼虫個体数を飼育するには、当該飼育槽では容量が不足していた可能性が考えられる。当該面積での飼育可能個体数は、(a)の場合は 500 個体程度、(b)の場合は 240 個体程度であったと考えられる。

以上から幼虫を飼育するのに必要な面積を求めると、

(a)では、飼育可能な個体密度が $500 \text{ 個体}/8\text{m}^2$ とすると、1700 個体を飼育するのに必要な飼育槽の面積は、

$$1700 \text{ 個体} \div 500 \text{ 個体} \times 8\text{m}^2 \doteq 27.2\text{m}^2$$

(b)では、飼育可能な個体密度が $240 \text{ 個体}/8\text{m}^2$ とすると、800 個体を飼育するのに必要な飼育槽の面積は、

$$800 \text{ 個体} \div 240 \text{ 個体} \times 8\text{m}^2 \doteq 26.7\text{m}^2$$

となり、必要な飼育槽の面積は約 27m^2 となる。

飼育舎の構造

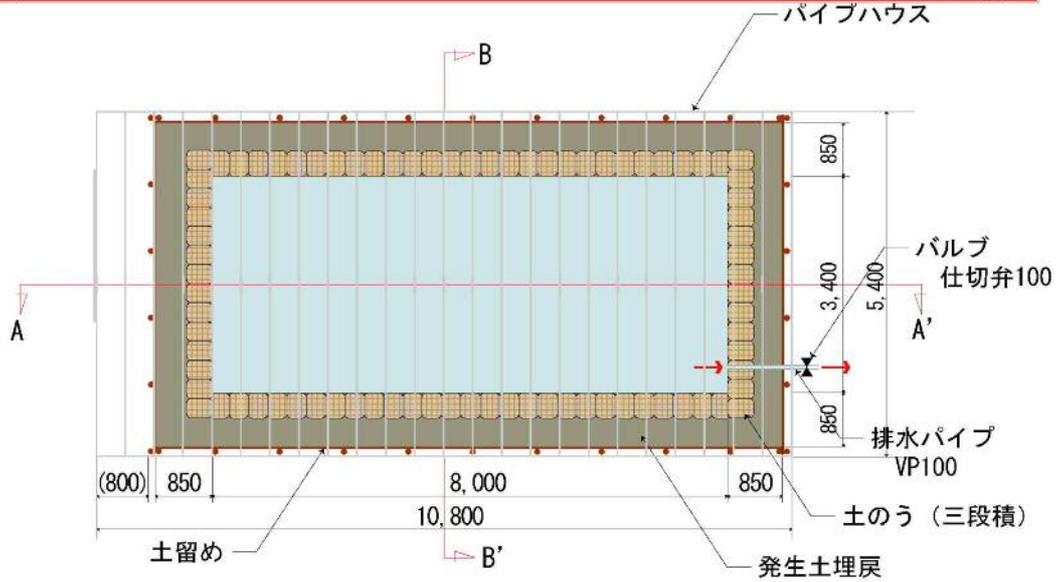
飼育舎の骨組みは比較的安価なビニールハウスの骨組みを用いた。また、被覆材については、風通しが良い点、丈夫な点から、農業で使用する網目2mmの防風用の網を用いた。飼育舎高さは、ヨシの高さから決定した。

資料：平成15年度 行徳可動堰周辺環境調査検討業務

飼育舎の骨組みは比較的安価に作製できる点から、ビニールハウスの骨組みを用いた。また、被覆材については、風通しが良い点、丈夫な点から、農業で使用する網目2mmの防風用の網を用いた。高さについては、現況生息地のヨシの高さが3mであること、また3mの高さはビニールハウスの規格のうち一般的な高さであるため、比較的安価であることから、ビニールハウスの高さは3mとした。なお、ビニールハウスの設計及び設置は「地中押し込み式パイプハウス安全構造指針（社団法人日本施設園芸協会 平成11年9月）」に準じて行った。飼育舎の構造を図5.3に示す。

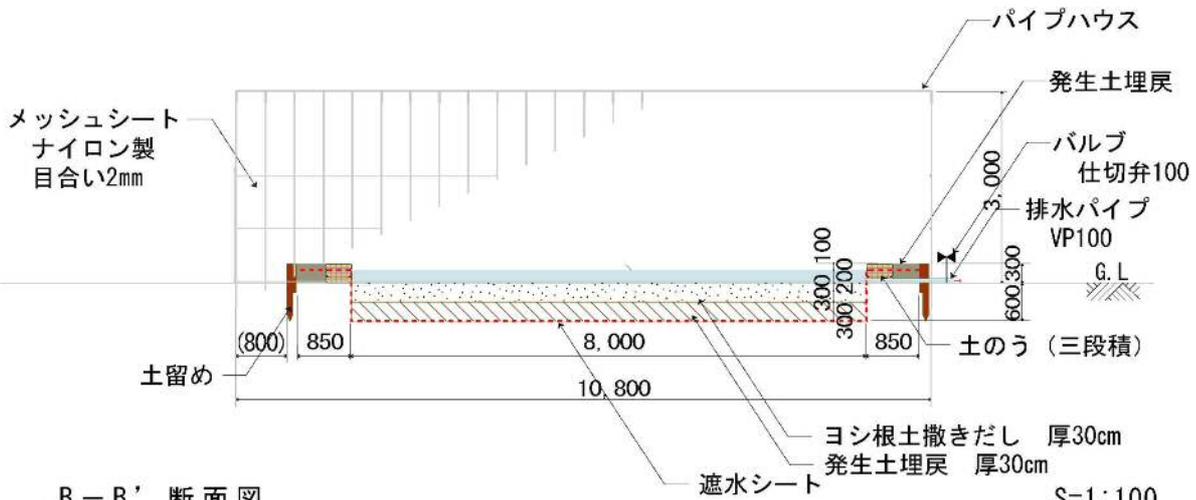
平面図

S=1:100



A-A' 断面図

S=1:100



B-B' 断面図

S=1:100

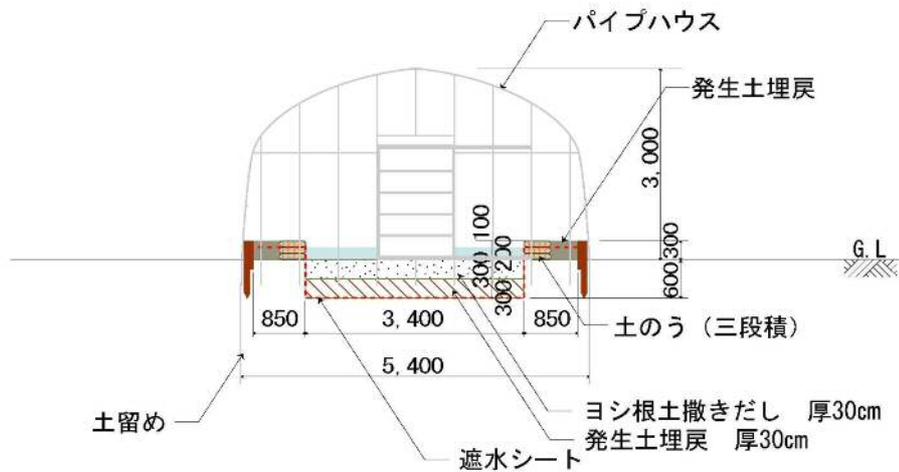


図 5. 3 飼育舎の構造

施工状況

施工は、掘削・土留め→遮水シート設置→周囲を土嚢固定→排水溝設置→フレーム組み立て→網の固定の順に実施した。

資料：平成 15 年度 行徳可動堰周辺環境調査検討業務

施工手順を次ページ以降に示した。



飼育舎の設置箇所



飼育槽の測量と張張り



掘削と土留め



遮水シートの設置



遮水シート設置後の埋め戻し

写真5. 1 飼育舎の施工状況 (1/4)



ヨシの根土の蒔き出し



土嚢により遮水シートの周囲を固定



土嚢の周囲を発生土により固定



飼育槽に排水口を設置



ビニールハウスの骨組みを差し込むための穴の作製（礫が多く、ドリルで削孔後に、スコップにより掘削した）



ビニールハウスの外ジョイントの接続



棟桁行直管の固定



桁行直管が直角になっているかを確認



主管の間隔を確認



全体のバランスの確認



桁行方向筋かいの設置



網の固定



飼育舎の妻側斜め方向から撮影



飼育舎（3棟）



塔上から飼育舎方向を撮影（設置前）



塔上から飼育舎方向を撮影（設置後）

環境創出作業

ヒヌマイトトンボの生息環境創出作業は、江戸川から採取したヨシの根茎土蒔き出しにより実施した。また、給水は汽水を水閘門下流の旧江戸川からエンジンポンプを用いて行った。

資料：平成15年度 行徳可動堰周辺環境調査検討業務

ヨシの根土蒔き出し

飼育槽内に創出するヨシ原は、ヨシの根土の蒔き出しによった。根土は、埼玉県庄和町付近の江戸川にかかる金野井大橋の右岸側の橋脚付近において、200m²の範囲で厚さ0.3m程度採取した。根土の採取地および採取の様子を以下に示す。



根土採取地の全景（埼玉県庄和町 金野井大橋の右岸側の橋脚付近）



根土の採取
（根土の集積場所までは、小型のクローラーにより運搬した）



根土の採取
（根土の集積場所からは、4tトラックにより運搬した）



根土の採取跡



根土の採取跡



根土



採取跡の均し



根土の敷き均し



根土の敷き均し

ヨシ群落の再生状況

各飼育舎において、ヨシが生長する期間である5月、6月、7月にヨシ成育状況調査を行った。調査結果を表5.2に示す

各飼育槽内に創出するヨシ原は、ヨシの根土の蒔き出しによった。根土は、埼玉県庄和町付近の江戸川にかかる金野井大橋の右岸側の橋脚付近において、200m²の範囲で厚さ0.3m程度採取した。しかし、水分条件がヨシよりもマコモに適したためか、現在の飼育舎はマコモが優先する状況となっている。そこで、現在、各飼育舎へヨシの根を移植する作業を行い、優占植物の移行を図った。



写真5.7 ヨシ生育調査の状況

表5.2 飼育舎のヨシの生育状況

飼育舎	月	本数/m ²	平均高(cm)	平均茎径
行徳1号	5月	2.1	40.1	2.8
	6月	3.7	51.3	2.1
	7月	3.7	96.8	4.6
行徳2号	5月	2.4	35.3	3.3
	6月	2.4	46.6	1.7
	7月	2.4	112.6	3.3



写真5.8 飼育舎内の植生状況（マコモ）

汽水の供給

汽水の取水は旧江戸川より行い、供給はエンジンポンプ及びサニーホースを用いて行った。



エンジンポンプによる取水



取水地における汽水の測定



サニーホースによる送水



飼育槽への給水



給水後の飼育槽



飼育槽における汽水の測定

ヒヌマイトトンボの放流・増殖

飼育舎に放流したヒヌマイトトンボは、当初生息地から平成12・13年に採集し、国立環境研究所で増殖した個体である。行徳1号に9,296個体、行徳2号に2,326個体を放流した。

資料：平成21年度 江戸川河口部希少種保全調査業務

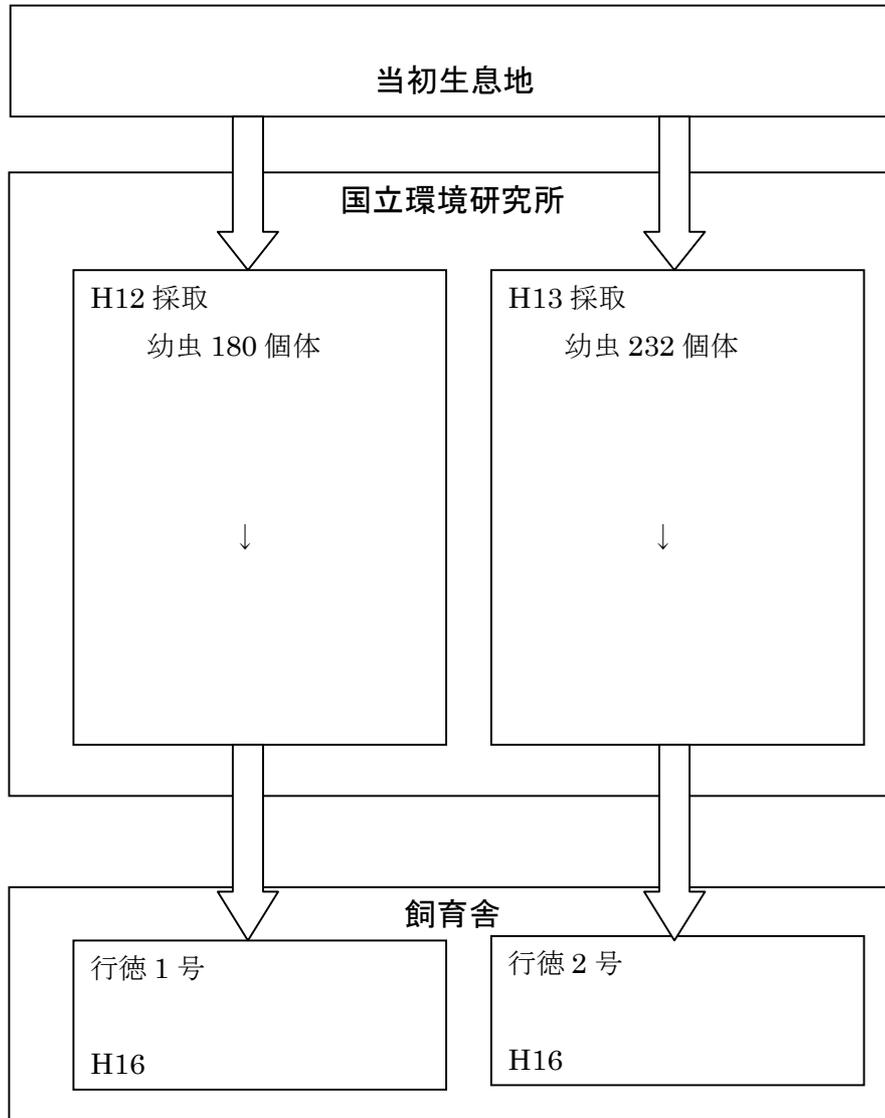


図 5. 3 飼育舎へのヒヌマイトトンボ放流の状況

モニタリング調査

飼育は平成22年度までは順調であり、多くの幼虫・成虫が確認されたが、平成23年度以降は震災による影響、飼育舎の劣化による水位の不安定化により、個体数が大きく減少した。平成24年度には水位の不安定な行徳1号・2号飼育舎から空いていた八潮飼育舎への生育基盤・個体の移植が行われ、平成25年度には272個体のヒヌマイトトンボが確認された。確認された個体はすべて新生息地に放流され、飼育は終了し、飼育舎は閉鎖された。

資料：H25 江戸川河口部希少種保全調査業務

成虫の確認個体数の経年変化を表5.3及び図5.4に示す。

飼育舎設置直後の平成16年度に100～200ほどであった個体数が、平成17年度には900個体以上に増加した。しかし、平成18年度には約600～700個体に減少している。平成19年度には、行徳1号で少し増加したが、行徳2号では急激に減少していた。平成20年度になると、どちらの飼育舎も200個体以下に減少した。平成21年度には両飼育舎で増加し、平成22年度には極端に減少していた行徳2号と600個体以上になっていた行徳1号の個体数が、ほぼ同数になった。平成22年度までで確認が最も少なかったのは、平成20年度の行徳2号23個体であった。その後、平成23年3月の東日本大震災の影響で飼育舎の水位が維持できなくなり、平成23年度には行徳1号と行徳2号を合計しても20個体と、確認数は大幅に減少した。平成24年度も、行徳1号、2号、八潮の合計で16個体であり、生息数の回復は見られていない。本年度は、八潮飼育で昨年度の7個体から大きく増加し、272個体となった。これは、八潮飼育舎で水位が安定していたためと考えられる。行徳1号、2号では、成虫は発生しなかった。これは、昨年度発生した成虫を八潮飼育舎へ移植したこと、水位維持が改善されなかったためと考えられる。

平成25年度に確認された272個体のヒヌマイトトンボは、すべて新生息地に放流され、飼育は終了し、飼育舎は閉鎖された。

表 5. 3 成虫の確認個体数の経年変化

飼育舎	H16	H17	H18	H19	H20	H21	H22	H23	H24	H25
行徳1号	227	948	695	806	179	641	609	13	7	0
行徳2号	100	925	603	187	23	123	608	7	2	0
八潮	—	—	—	—	—	—	—	—	7*1	272
計	327	1,873	1,298	993	202	764	1,217	20	16	

*1：H24年度は行徳1号、2号の土壌及び幼虫を移植しており、それから発生したと思われる個体数。

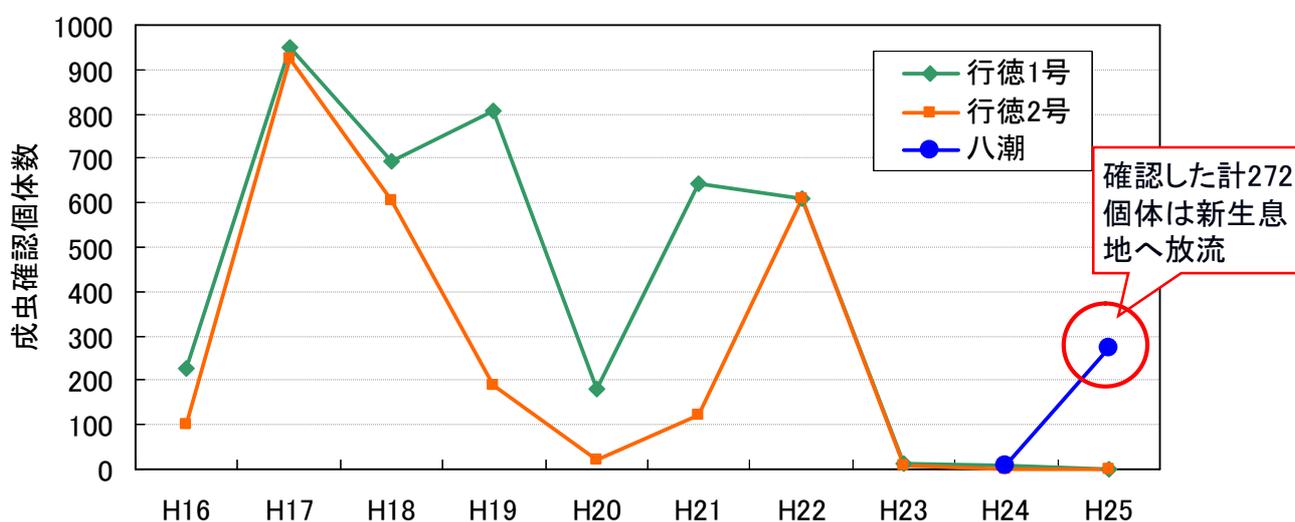


図 5. 4 成虫確認個体数の経年変化

維持管理

飼育舎の維持管理として、河川水の供給、水質等の測定（給水地点、飼育舎）、飼育舎内の除草、飼育舎内の外的駆除、飼育舎の修繕作業を行った。

資料：平成 21 年度江戸川河口部希少種保全調査業務

飼育舎への河川水の供給

作業目的

飼育槽のヨシの成長や蒸散で水位が低下するため、定期的に給水を行う。

作業方法

エンジンポンプを用い、新飼育舎及び旧飼育舎の 3 棟への河川水の供給を行う。

河川水の供給にあたっては、河川水供給マニュアル に示す手順に従って作業を進めた。



写真 5. 10 エンジンポンプによる吸水



写真 5. 11 飼育舎への給水

水質等の測定（給水地点）

作業目的

給水地点において、給水地点の水質がヒヌマイトトンボの生息に影響を及ぼさないようにあらかじめ水質を測定してから給水を行うこととした。

作業方法

給水地点において、各測定機を用い、水温、塩分濃度、pH、溶存酸素の4項目を測定した。

測定にあたっては、水質測定マニュアルに示す手順に従って作業を進めた。測定結果は水質測定記録簿へ記録し、測定日時及び測定記録者の記入をあわせて行った。測定結果に異常値が測定された際は、供給を中止するとともに発注者に連絡を行うこととした。測定結果は作業記録簿へ記録した。



写真 5. 1 2 給水地点水質測定

水質等の測定（飼育舎）

作業目的

飼育舎において、飼育層の水質がヒヌマイトトンボの生息に影響を及ぼしているかどうかを確認するために、水質を測定してから給水を行うこととした。

作業方法

新飼育舎及び旧飼育舎の3棟において、測定機を用い、水温、塩分濃度、pH、溶存酸素の4項目を測定した。測定は給水地点からの給水前に行った。測定にあたっては、水質測定マニュアル2に示す手順に従って作業を進めた。測定結果は作業記録簿へ記録した。



写真 5. 13 飼育槽水質測定

飼育舎内の除草

作業目的

飼育舎内およびその周囲は植物の生育が著しく、飼育舎内の調査、作業に支障をきたすことから、新飼育舎及び旧飼育舎の3棟において、植物の生育が著しい春季から夏季に、除草を行った。

作業方法

飼育槽周辺の作業スペースについては、観察及びメンテナンスの支障にならないよう、膝丈程度に剪定、もしくは除草した。飼育槽内については、ヨシの生育を阻害するその他の植物について、地上部および飼育層内を剪定した。また、植物の生育は、成虫期のヒヌマイトトンボが雨風をしのいだり、身を隠したり、休んだりする重要な場所となるため、剪定及び除草にあたっては、同種の生息に配慮して作業を行った。



写真 5. 14 除草作業

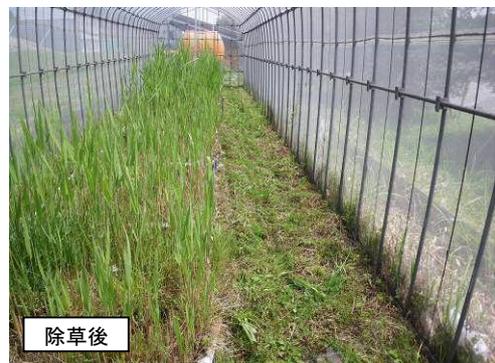


写真 5. 15 除草結果

飼育舎内の外敵駆除

作業目的

新飼育舎及び旧飼育舎の3棟において、飼育舎内に侵入及び発生し、ヒヌマイトトンボの生息に悪影響を与える生物を飼育舎外に放逐した。

作業方法

飼育槽の外周を歩き、両生類や肉食昆虫類やクモ類の個体及び卵塊、捕獲網の除去を行った。



写真5. 16 外敵駆除作業



ウシガエル



コガネグモ



カマキリ



アジアイトトンボ

写真5. 17 捕獲した外敵

飼育舎の修繕作業

新飼育舎のヨシの除去

作業内容

ヒヌマイトトンボ飼育舎内の飼育槽に不要なヨシが堆積することで、土壌が増加し、陸化進行に近づくことになるため、枯れたヨシを除去した。

なお、極力ヒヌマイトトンボへの影響を避けるため、作業時期は成虫出現期以降に実施した。



ヨシの除去作業

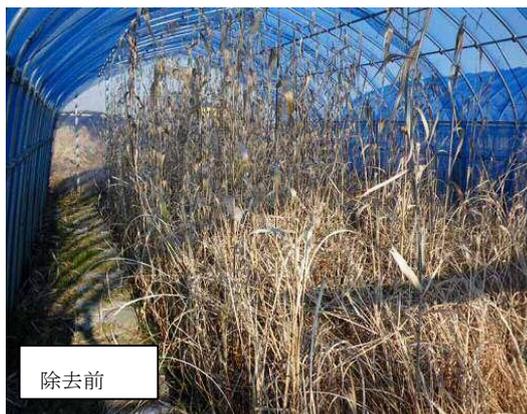


写真5. 18 不要なヨシの除去