水温，流量とやすらぎ堤の整備がナゴヤサナエの羽化数に与える影響

The influence of water temperature, water discharge, and maintenance of the Yasuragi-tei bank on the number of *Stylurus nagoyanus*

木下篤彦[1]・松井健一[2]・廣松新[3]・山浦知雄[4]・柳沢亨[5]・石月升[5]

Atsuhiko KINOSHITA, Ken'ichi MATSUI, Arata HIROMATSU, Tomoo YAMAURA, Toru YANAGISAWA and Noboru ISHIDUKI

[1]正会員 農博 国土交通省信濃川下流河川事務所 調査設計課 (〒951-8153 新潟市文京町14-13)
[2]正会員 工修 国土交通省信濃川下流河川事務所 所長 (〒951-8153 新潟市文京町14-13)
[3]正会員 工修 国土交通省信濃川下流河川事務所 調査設計課 課長 (〒951-8153 新潟市文京町14-13)
[4]株式会社グリーンシグマ 環境調査室 (〒950-2042 新潟市坂井700-1)
[5]株式会社グリーンシグマ (〒950-2042 新潟市坂井700-1)

An ecological network has been proposed as a way to keep species populations in good condition. This study examined *Stylurus nagoyanus*, which lives near the Shinano River in the imago stage and under the water surface in the larva stage. We focused on emergence and examined a method to keep the population healthy.

First, we divided the lower portion of the Shinano River into sections and monitored the number of *S. nagoyanus* in each section for 9 years. Then, we examined the relationship between water temperature and the population of *S. nagoyanus*. In addition, we examined the relationship between maintenance of the Yasuragi-tei bank and the number of *S. nagoyanus* per unit river length. Finally, we investigated the effects of pins stuck in the bank on emergence.

We found that water temperature, water discharge, and maintenance of the Yasuragi-tei bank all affected emergence, and that the pins had a good effect on emergence.

Key words : *ecological network, Stylurus nagoyanus, emergence, water temperature, Yasuragi-tei bank*

1. はじめに

近年，流域の生物を保全する一手法として，エコロジカル・ネットワークが提案されている。これは，貴重な自然を保全するとともに，細切れになった自然をつなぎ，生き物の移動経路を確保し，自然の働きを回復させることによって，豊かな自然を再現しようとする取り組みである[1)]。本研究では，エコロジカル・ネットワーク構築の一例として信濃川下流域に生息する貴重種であるナゴヤサナエの羽化を挙げ，その保全方法を検討する。

信濃川下流域では，1987年より5割の緩勾配であるやすらぎ堤が整備されている。著者らは，やすらぎ堤の整備とナゴヤサナエの羽化数との関係に着目し，1997年より羽化数の調査を行っている。なお，羽化数は，水温，流量と羽化場所である護岸の整備状況に左右されると考えられ，これらの点から総合的に評価する必要がある。

本研究では，まず，信濃川下流域での羽化数の実態調査結果を示す。次に，水温，流量と羽化数との関係を調査した。次に，信濃川下流域を12区間に分け，それぞれの区間についてやすらぎ堤の整備進捗率と羽化数との関係を調べた。また，1999年にやすらぎ堤を整備した区間の河岸の一部に約2.5mの間隔で羽化を補助するための杭を立てたので，その効果についても調べた。

2. ナゴヤサナエおよび調査場所についての概要

(1) ナゴヤサナエについての概要

ナゴヤサナエ(*Stylurus nagoyanus*)は最初の発見地である名古屋にちなんで名付けられたサナエトンボ科のトンボである。日本特産種で宮城，山形両県から南西の本州と四国の徳島県，熊本および宮崎県から北の九州に分布しているが，産地は著しく局地的で希種に属する[2)]。主に大河の下流域に生息するが，潮の干満がある河口部や宍道湖のような汽水湖にも産し，比較的水深のある泥底で泥に潜って生活している[3)]。なお羽化は挺水植物や水面から突き出た杭，護岸構築物，岸辺の石あるいは砂上などの水平から垂直の部位に定位して午前中に行う[2)]。

なお，新潟県レッドデータでは準絶滅危惧種に指定されている[4])。

(2) 調査場所についての概要

図-1に調査区間の広域図，図-2, 3に狭域図を示す。調査は平成大橋から八千代橋までの区間とし，護岸，杭に付着している羽化殻の数を区間分けして調査した。なお，水温は平成大橋，昭和大橋付近の2箇所で自動計測されている。羽化を補助する杭が打たれている区間では約2.5mの間隔で，松で作られた杭，木に似せたコンクリート製の杭，コンクリート製の杭の3種類が試験的に打たれている。

3. ナゴヤサナエの羽化数の実態調査

図-4に平成大橋から関屋大橋，信濃川水門までの区間での，図-5に信濃川水門から八千代橋までの区間での2001～2005年に採取した羽化殻の合計数の経年変化を示す。なお，羽化殻の調査は毎年7月から9月の3ヶ月間行われ，ほぼ3日に1回護岸に付着した羽化殻を採取し数えた。なお，ナゴヤサナエの羽化殻は護岸に付着したまま残るのでこの方法でほぼ全ての羽化殻を採取できると考えられる。両区間とも2003年, 2004年は2001年, 2002年の半分以下に減少しているが2005年は回復していることが分かる。図-6 (b)～9 (b)に2002～2005年のいずれも7月から9月に平成大橋から関屋大橋，信濃川水門までの区間で採取した羽化殻の日変化を，図-10 (b)～13 (b)に2002～2005年のいずれも7月から9月に信濃川水門から八千代橋までの区間で採取した羽化殻の変化を示す。毎年，7月上旬から中旬に羽化が始まり，7月下旬から8月上旬にピークを迎え，9月上旬から中旬に終了していることが分かる。

4. 水温，流量が羽化に与える影響についての検討

図-6 (a)～9 (a)に2002～2005年の7月から9月の平成大橋付近の水温の変化を，図-10 (a)～13 (a)に2002～2005年の7月から9月の昭和大橋付近の水温の変化を示す。羽化数の多かった2002, 2005年の水温，羽化数のデータである図-6, 9, 10, 13ではおよそ水温が25℃を超えると羽化数が増加することが分かる。一方，羽化数の少なかった2003年のデータである図-7, 11では，水温が25℃を超える日数が少なく，このことが羽化数の少なかった原因と考えられる。なお，2004年のデータである図-8, 12では，水温が25℃を超える日数が2003年よりも多いにもかかわらず羽化数が少ない。2004年は新潟・福島豪雨による7・13水害により，7月13日に平成大橋付近で2269m^3/sの流量を観測しており，これによって多くの羽化前のヤゴが日本海に流されたと考えられる。

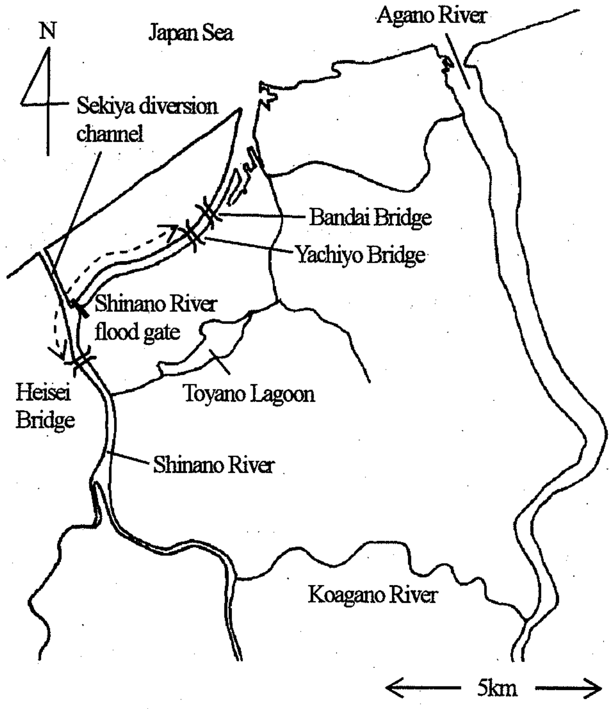

図-1 調査場所の広域図。図中点線矢印が調査区間である。

5. やすらぎ堤が羽化数に与える影響について

図-14～17に，2002～2005年の各年において，その前年度までの信濃川水門から八千代橋の間でのやすらぎ堤の整備進捗率とその年に採取されたナゴヤサナエの羽化殻の数を区間距離で除した値の関係を示す。高い垂直壁を持つR3-2, R4で距離に対する羽化殻の数が多いことが分かる。河岸に羽化を補助するための杭のあるR3-1を除けば，やすらぎ堤の整備進捗率が低いところで羽化数が多く，進捗率が高いところで羽化数が少ないことが分かる。このことから，やすらぎ堤を整備する際にはナゴヤサナエの羽化場所に配慮する必要がある。

6. 河岸に杭を打った場合の効果についての考察

(1) 杭を打った箇所で採取された羽化殻の数についての考察

図-14～17にR3-1の河岸に杭が打ってある箇所での値を追加する。採取された羽化殻の少なかった2003年, 2004年を除けば垂直壁の区間であるR3-2, R4と同程度の羽化殻が採取されており，河岸に打った杭は一定の成果を挙げており，杭の間隔は現在の程度で十分であると考えられる。

(2) 杭の種類と羽化殻の数との関係

図-18にコンクリート，擬木，松のそれぞれの杭について，採取された羽化殻の数を杭の本数で除した値の経年変化を示す。なお，コンクリート杭は表面がコーティ

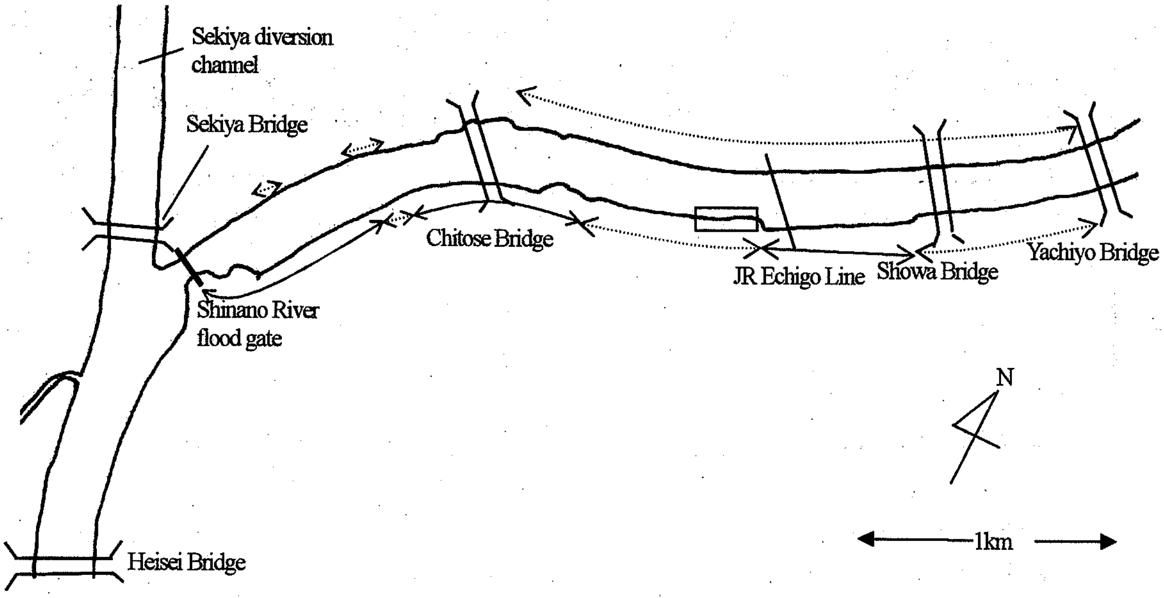

図-2 調査場所の狭域図。図中点線矢印がやすらぎ堤整備区間，実線矢印が高いコンクリート垂直壁のみの堤防の区間，それ以外の区間は低いコンクリート垂直壁に傾斜のある堤防が接続している区間である。四角で囲んだ区間は羽化を補助するための杭が河岸に打ってある区間である。

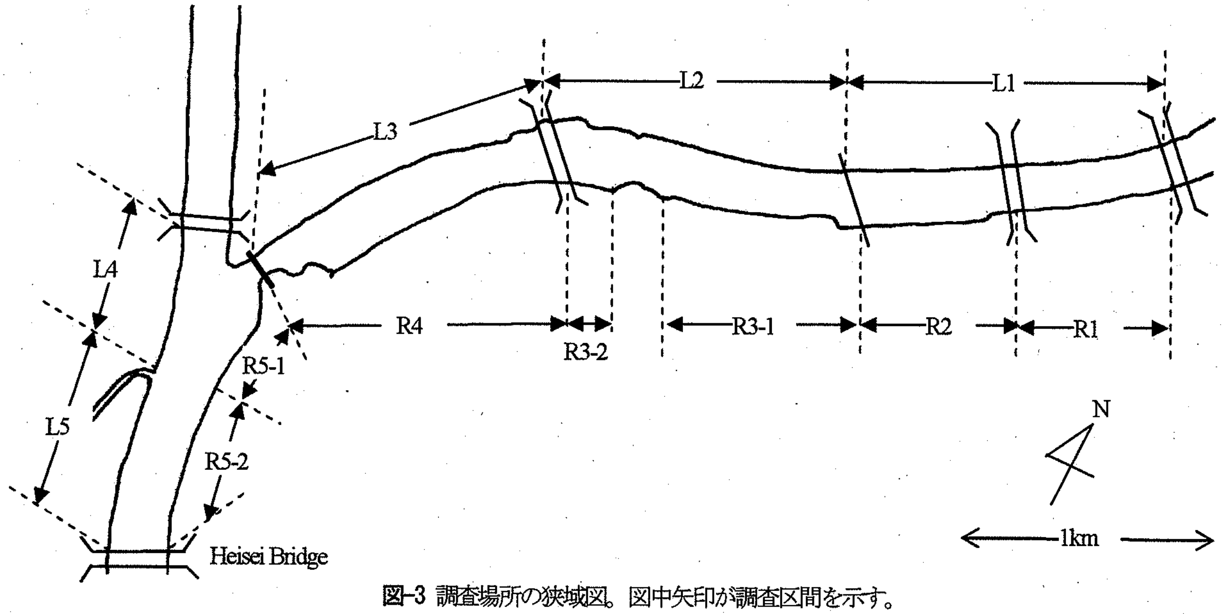

図-3 調査場所の狭域図。図中矢印が調査区間を示す。

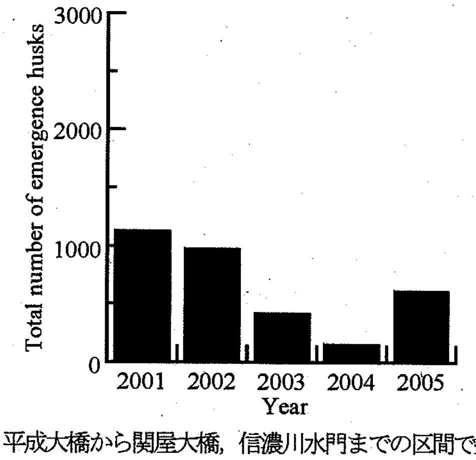

図-4 平成大橋から関屋大橋，信濃川水門までの区間で採取された羽化殻の経年変化

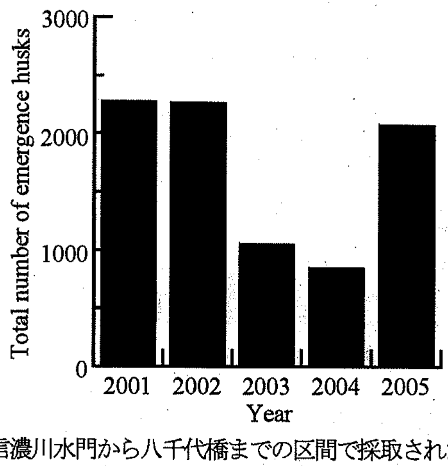

図-5 信濃川水門から八千代橋までの区間で採取された羽化殻の経年変化

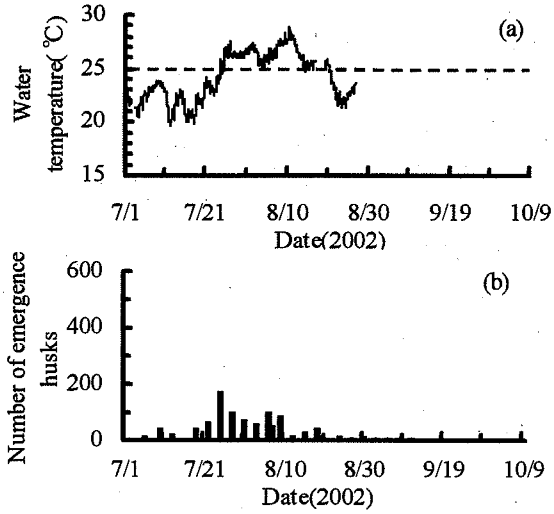

図-6 2002年の(a)平成大橋地点での水温変化と(b)平成大橋から信濃川水門，関屋大橋までの区間で採取された羽化殻の数の変化。点線は水温25℃を示す。

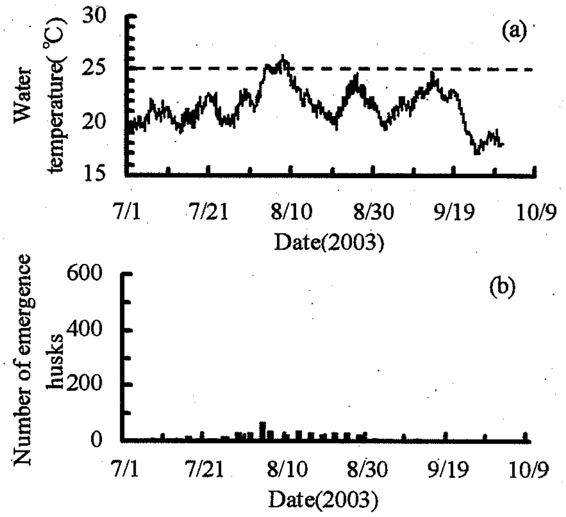

図-7 2003年の(a)平成大橋地点での水温変化と(b)平成大橋から信濃川水門，関屋大橋までの区間で採取された羽化殻の数の変化。点線は水温25℃を示す。

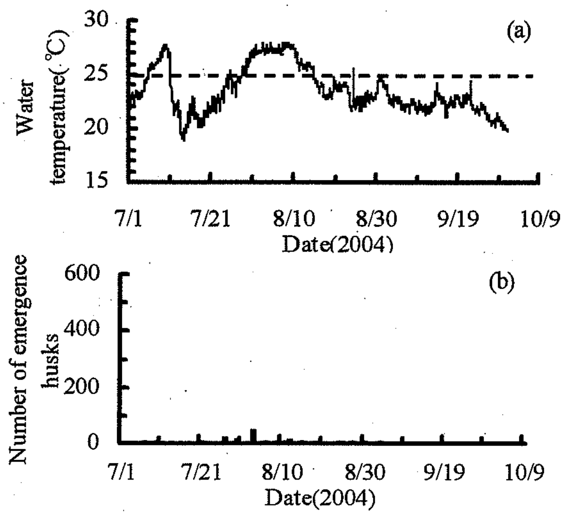

図-8 2004年の(a)平成大橋地点での水温変化と(b)平成大橋から信濃川水門，関屋大橋までの区間で採取された羽化殻の数の変化。点線は水温25℃を示す。

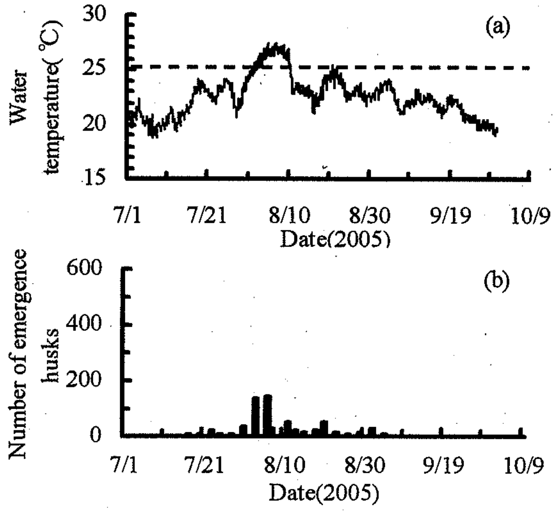

図-9 2005年の(a)平成大橋地点の水温変化と(b)平成大橋から信濃川水門，関屋大橋までの区間で採取された羽化殻の数の変化。点線は水温25℃を示す。

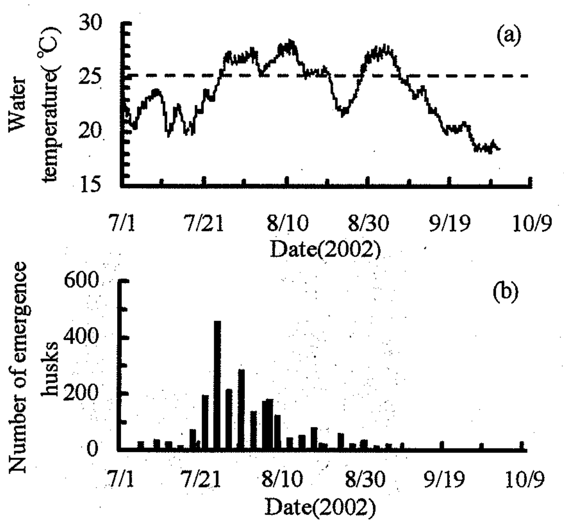

図-10 2002年の(a)昭和大橋地点での水温変化と(b)信濃川水門から八千代橋の区間で採取された羽化殻の数の変化。点線は水温25℃を示す。

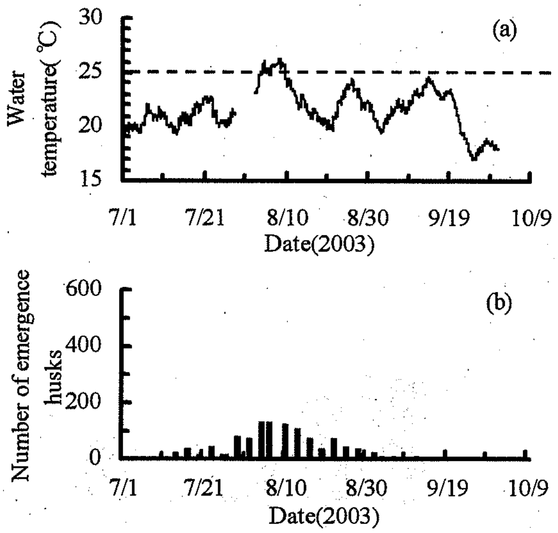

図-11 2003年の(a)昭和大橋地点の水温変化と(b)信濃川水門から八千代橋の区間で採取された羽化殻の数の変化。点線は水温25℃を示す。

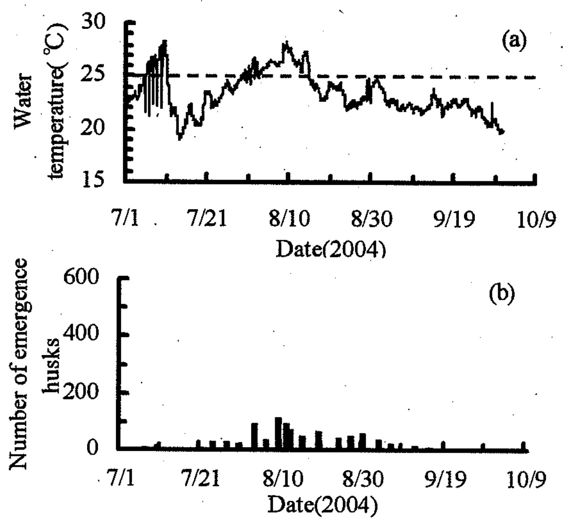

図-12 2004 年の(a)昭和大橋地点の水温変化と(b)信濃川水門から八千代橋の区間で採取された羽化殻の数の変化。点線は水温25℃を示す。

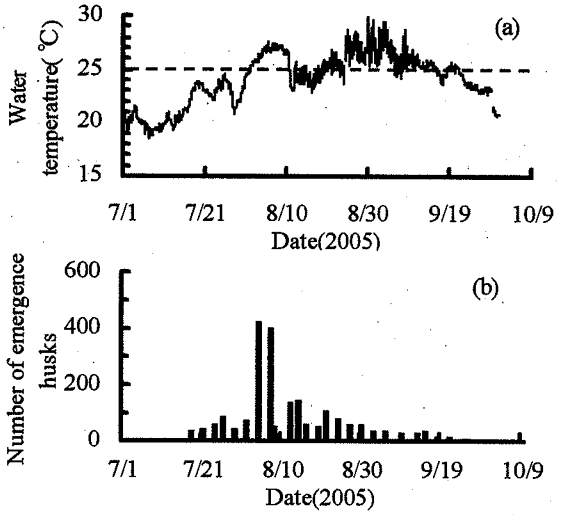

図-13 2005 年の(a)昭和大橋地点の水温変化と(b)信濃川水門から八千代橋の区間で採取された羽化殻の数の変化。点線は水温25℃を示す。

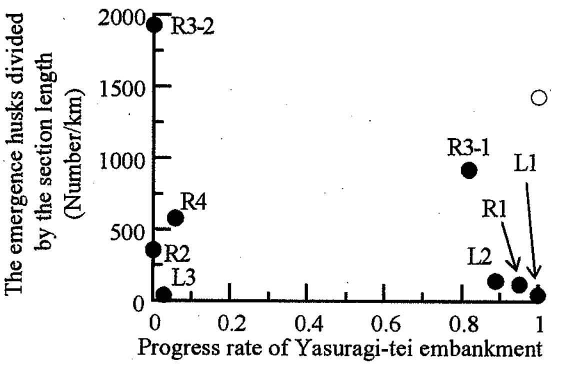

図-14 2001 年度までのやすらぎ堤整備進捗率と 2002 年に各区間で採取された羽化殻の数の合計を区間距離で除した値との関係。黒いシンボルは**図-3** に示す区間での結果を示し，図中の英数字は区間の名称を表わす。白抜きのシンボルは河岸に杭が打ってある箇所での結果を示す。

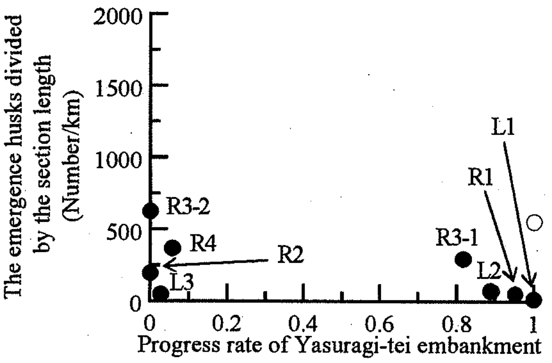

図-15 2002 年度までのやすらぎ堤整備進捗率と 2003 年に各区間で採取された羽化殻の数の合計を区間距離で除した値との関係。黒いシンボルは**図-3** に示す区間での結果を示し，図中の英数字は区間の名称を表わす。白抜きのシンボルは河岸に杭が打ってある箇所での結果を示す。

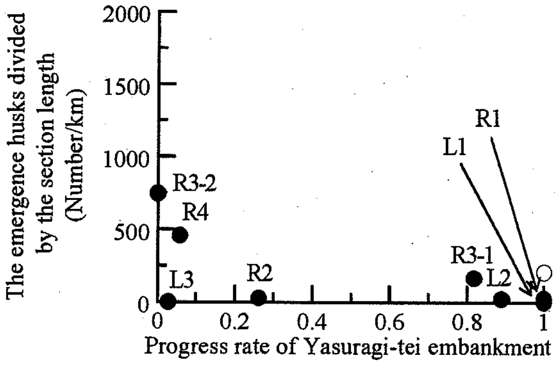

図-16 2003 年度までのやすらぎ堤整備進捗率と 2004 年に各区間で採取された羽化殻の数の合計を区間距離で除した値との関係。黒いシンボルは**図-3** に示す区間での結果を示し，図中の英数字は区間の名称を表わす。白抜きのシンボルは河岸に杭が打ってある箇所での結果を示す。

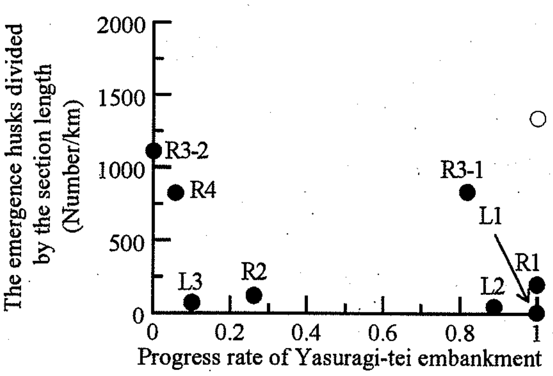

図-17 2004 年度までのやすらぎ堤整備進捗率と 2005 年に各区間で採取された羽化殻の数の合計を区間距離で除した値との関係。黒いシンボルは**図-3** に示す区間での結果を示し，図中の英数字は区間の名称を表わす。白抜きのシンボルは河岸に杭が打ってある箇所での結果を示す。

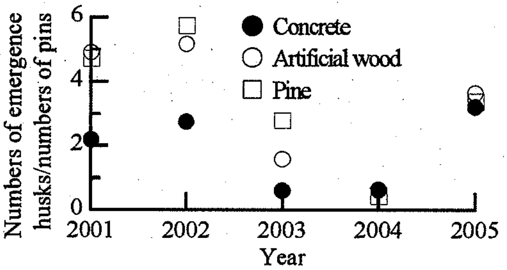

図-18 2001～2005年までの各年において，コンクリート，擬木，松それぞれの杭で採取された羽化殻の数を杭の本数で除した値

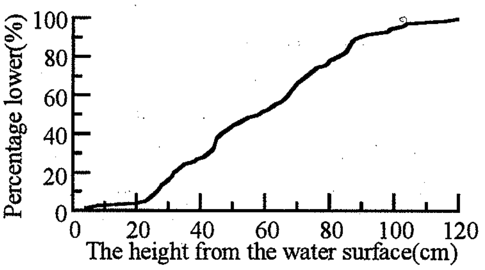

図-19 垂直護岸の箇所で羽化した個体について，羽化場所の水面からの高さの積算分布

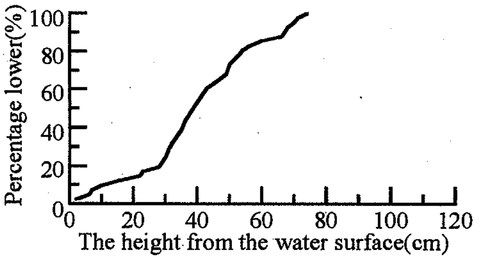

図-20 杭が打ってある区間で羽化した個体について，羽化場所の水面からの高さの積算分布

ングされていないが，擬木はコーティングされている。2001年から2003年まではコンクリート杭での羽化数が少ないが，2004年，2005年は擬木，松と同程度になっている。この理由として，コンクリートは水と接すると水のPHが高くなることが分かっており[5]，このことが原因と考えられる。コンクリート杭は打ってしばらくは羽化数が少ないが，その後は十分羽化できると考えられる。

(3) 羽化場所の水面からの高さについての考察

図-19 にR3-1の杭が打ってある区間を除いた区間，R3-2，R4の垂直護岸の箇所での，**図-20** にR3-1の杭が打ってある区間で羽化した個体について，羽化場所の水面からの高さの積算分布を示す。ただし，調査区間は汽水域であり，満潮，干潮により水位変動があるので，調査時に羽化中のものだけを示した。50%値で比較すると垂直護岸の箇所が水面から約60cm，杭が打ってある区間が約40cmの位置で羽化していることが分かる。河岸に打った杭は垂直壁の区間と同程度の羽化殻が採取されていることを考えると，杭は高ければ高いほど良いという訳ではなく現在の杭の高さで十分であると考えられる。

7. おわりに

本研究では，信濃川下流域でナゴヤサナエの羽化殻を採取し，水温，流量とやすらぎ堤の整備が羽化数に与える影響について調査し，さらに羽化を保全するための方法について検討した。本研究で得られた結論は以下の通りである。

1) ナゴヤサナエの羽化数は，水温の低下と流量の上昇による影響を受けることが分かった。
2) ナゴヤサナエは垂直護岸の箇所で好んで羽化を行う。このため，やすらぎ堤を整備する際にはナゴヤサナエの羽化場所にも配慮する必要がある。
3) やすらぎ堤の区間でも河岸に杭を打てば垂直護岸の場合と同程度の羽化が行われることが分かった。また，羽化数は数年経てば杭がコンクリート，擬木，松のいずれでも大差ないことが分かった。さらに，杭の間隔，高さは試験的に打った現在の程度で十分であることが分かった。

謝辞

本研究では，富山大学の田中晋名誉教授，新潟大学の権田豊助教授に貴重な助言を頂いた。ここに記して感謝致します。

参考文献

1) 国土交通省河川局河川環境課：人と自然との美しい共生エコロジカル・ネットワーク，p.7，2004
2) 杉村光俊，石田昇三，小島圭三，石田勝義，青木典司：原色日本トンボ幼虫・成虫大図鑑，p.675-676，北海道大学図書刊行会，1999
3) 石田勝義：日本産トンボ目幼虫検索図説，p.235，北海道大学図書刊行会，1996
4) 新潟県環境生活部環境企画課：レッドデータブックにいがた，p.164，2001
5) 船越和也，上杉大輔，江口真由美，小川恒一，水山高久，黒川興及，酒井敦章：セメントによる水質変化と魚に及ぼす影響の基礎的研究，砂防学会誌，Vol.55，No.3，p.43-49，2002

（2006. 4. 6受付）