

水辺ビオトープにおけるクロスジギンヤンマの生態に関する研究

菊原 紀子¹・田中 裕一²

¹正会員 五洋建設株式会社 技術研究所 (〒329-2746 栃木県那須塩原市四区町1534-1)

E-mail: noriko.iyoda@mail.penta-ocean.co.jp

²正会員 五洋建設株式会社 環境事業部 (〒112-8576 東京都文京区後楽2-2-8)

E-mail: yuichi.tanaka@mail.penta-ocean.co.jp

ヤンマ科の1種であるクロスジギンヤンマ(*Anax nigrofasciatus nigrofasciatus*)は都会の小規模なビオトープにも出現しやすい種である。大型のトンボ目で胸部の緑色、腹部の水色が特徴的なことから視認しやすく、ライフサイクルや産卵形態は知られているが、詳細な羽化や出現期間、頻度などの情報は把握されていない。そこで、五洋建設技術研究所の水辺ビオトープでクロスジギンヤンマの羽化や成体に関する調査を行った。その結果、羽化のピークは羽化開始日から1週間~10日程度で迎え、年度毎の単位水面積あたりの羽化個体数は0.36~0.71頭/m²であった。成体の出現ピーク期は出現開始日から1週間程度で迎え、出現ピーク時間は午前・午後の2峰型であることが明らかになった。

Key Words : biotope, webcam, dragonfly, *Anax nigrofasciatus nigrofasciatus*

1. はじめに

(1) 背景

生物の生息空間を意味するビオトープは、1990年代より地域の公園や学校・工場など様々な規模で造成されてきた。点在する自然は小規模であっても生物の生息空間として重要な役割を担っているほか、生息環境が増えることによって生物の移動経路すなわちビオトープネットワークが形成され、生物の多様性の確保や生息域の拡大が期待できる¹⁾。

ビオトープの造成計画では、目標種の選定とその生態に適した環境づくりが重要である。例えば、ギンヤンマは明るく開放的な広い空間を好むため、都市部や建物が林立する地域で目標種とすることは難しい。一方で木が茂るような暗い池に出現するクロスジギンヤンマは、都会の小規模なビオトープにも出現しやすい種であり、限られた空間で計画するビオトープの目標種に適した種と考えられる。また、クロスジギンヤンマは大型であることや胸部の緑色、腹部の水色が特徴的であるため、視認のしやすさからも目標種として適切と言える。

クロスジギンヤンマの生態に関する情報は少なく、羽化や出現期間などの細かな知見は把握されていない。また、ビオトープネットワークの把握に必要なトンボの移動距離は若杉ら²⁾の報告などがあるが、クロスジギ

ンヤンマを対象としたビオトープの配置を考える上で参考となる知見は得られていない。

五洋建設株式会社技術研究所の水辺ビオトープでは、造成した直後の2006年からクロスジギンヤンマが飛来し、毎年羽化や産卵を確認している。そこで、今後のビオトープの造成や事後調査の計画の参考とするために、クロスジギンヤンマの羽化や成体に関する調査を行った。

(2) ライブカメラの活用

五洋建設株式会社技術研究所では、様々な生物の出現状況や植物の生長状況を把握する目的で、敷地内に造成した林地型ビオトープならびに水辺ビオトープ周辺に複数のライブカメラを設置し、映像の保存とともに、インターネット上で閲覧できるシステムを導入している³⁾。

ライブカメラは防犯カメラだけでなく、国土交通省が道路や河川などの映像の配信、環境省や地方自治体が四季折々の景色や情報の配信に活用している。また、工事の施工管理⁴⁾や家畜の行動管理⁵⁾などにも使用され、その用途は広がりを見せている。例えば、鳥類の繁殖調査⁶⁾や哺乳類の動態調査⁷⁾、植生など高山生態系のモニタリング⁸⁾にも自動撮影した映像による生態調査が活用されている。映像を活用した生態調査の特徴は、①現地に調査者がいる必要がない、②時期・天候に影響を受けない、などが挙げられる。このため、トンボ目を対象とした調

査ではライブカメラは有効な手段であると考えられる。

本研究ではクロスジギンヤンマの出現状況を把握するため、ライブカメラの大量の画像、映像データからビオトープにおけるクロスジギンヤンマの出現期間や飛来方位などを抽出した。

2. ビオトープの概要

(1) ビオトープならびにライブカメラの概要

五洋建設株式会社技術研究所は栃木県北部の那須塩原市に位置する(図-1)。那須塩原市とその周辺は那須野が原と呼ばれる扇状地であり、技術研究所はその扇央部西部にある⁹⁾。地形的特徴から技術研究所の周辺には河川が少ない。また、季節により水量が変動する農業用水の那須疎水や貯水池は整備されているが、年間を通じて安定した水域は神社や公園の池など数が限られている。そこで、安定的な止水域の提供と水生生物の加入を目的として、2006年に敷地内の林地型ビオトープの縁辺部に水辺ビオトープを造成した(写真-1)¹⁰⁾¹¹⁾。なお、水辺ビオトープの池にはジュンサイ、ヒメガマ、湿地にはミズバショウ、ザゼンソウを周辺地域より植栽した。

ライブカメラは2015年に図-2に示す水辺ビオトープならびに林地型ビオトープ内の3ヶ所に設置した。St.1, St.3 (AXIS社製, M3027-PVE)はビオトープの近傍に360°カメラを天空に向けて地表面に設置しており、オオタカなど生物の飛来を広範囲で捉えることができる。一方、St.2 (AXIS社製, P5512-E)は林地型ビオトープと水辺ビオトープの境界、高さ約1.6mの位置に設置して



図-1 ビオトープ位置図

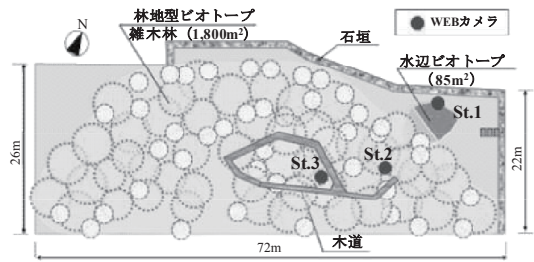


図-2 ビオトープ平面図

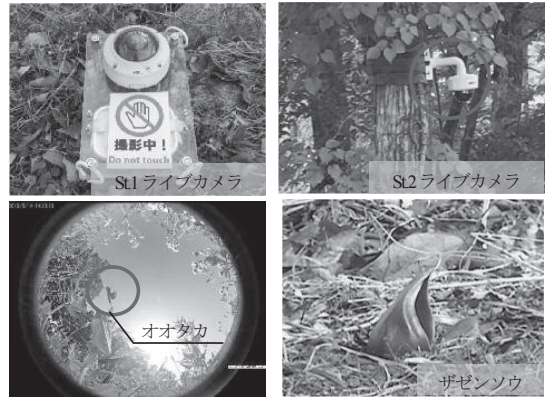


写真-2 ライブカメラ (上) と撮影画像 (下)

(左: St.1, 右: St.2)

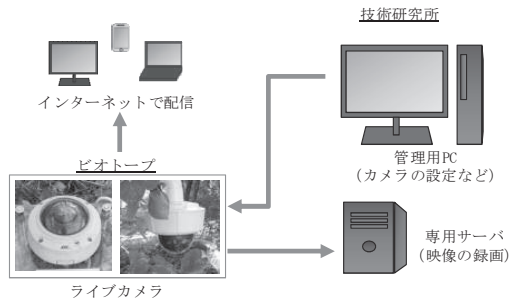


図-3 ライブカメラシステム

おり、植物の生育状況等の把握に活用している(写真-2)。なお、各カメラは専用PCで管理し、映像は専用サーバに保存している(図-3)。

(2) トンボ目の出現状況

林地型ビオトープを造成した1994年から2017年3月までに出現したトンボ目を表-1に示す。上記期間に出現したトンボ目は6科20種である。このうち18種は止水域を好む種類である¹²⁾。また、水辺ビオトープで羽化や産卵が確認された種類は10種である。林地型ビオトープ造成時は林床や草地を好む種類が確認されていたが、水辺ビオトープ造成後は止水域に定住する種や産卵する種が出現するようになった。那須塩原市の調査報告書¹³⁾では、技術研究所が該当する調査地域で8科24種の生息が報告されており、6科14種はビオトープでも確認

表-1 ビオトープに出現したトンボ目一覧

科	和名	生息環境 ¹¹⁾	水辺ビオトープ			那須塩原市報告書 ¹⁰⁾
			造成前出現種	造成後出現種	造成後羽化・産卵	
イトトンボ	クロイトトンボ	止水			○	
	アシイトトンボ	止水		○		○
	モントイトトンボ	止水		○		
アオイトトンボ	オホアオイトトンボ	止水	○	○	○	
	オアイトトンボ	止水		○		
	アイトトンボ	止水		○	○	
	オオアイトトンボ	止水	○	○	○	○
オウゴン	ハゲ・ロトンボ	流水		○		
オニヤンマ	オニヤンマ	流水		○		○
ヤンマ	クロジギンヤンマ	止水		○	○	○
トンボ	ショウジョウトンボ	止水		○	○	○
	シオウトンボ	止水		○	○	○
	ナツアカネ	止水		○	○	○
	マユアザナ	止水	○	○	○	○
	アキアカネ	止水	○	○	○	○
	アサギトンボ	止水	○	○	○	○
	ミヤマアカネ	止水		○	○	○
	コシアケトンボ	止水		○	○	○
	イモヤマアザナ	止水		○	○	○
	ヨコボシトンボ	止水		○	○	○

されている。また、6種は報告書には生息の記載がないが、水辺ビオトープで確認されている種である。

(3) 対象種の選定

水辺ビオトープで確認されているトンボ目の出現時期や出現状況（羽化、交尾・産卵、採餌、休息・立寄、定住）は種類によって異なる。水辺ビオトープに出現するヤンマ科のクロスジギンヤンマ（写真-3）は胸部の2本の黒条が特徴のヤンマの一種で、止水域のビオトープでは代表的な種類である。クロスジギンヤンマはギンヤンマの近縁種であるが、生息環境はギンヤンマと異なる。ギンヤンマは開放的な明るい止水域を好むのに対し、クロスジギンヤンマは比較的暗い、例えば木々に囲まれていたり、林の縁辺部にあるため池などを好む¹²⁾。産卵は写真-4に示すように、メスが単独で植物の葉や茎などの基質へと産み付ける。10日～3週間間で孵化し¹⁴⁾、



写真-3 オスの飛翔



写真-4 メスの産卵



写真-5 羽化直前の幼虫（水中）



写真-6 羽化状況

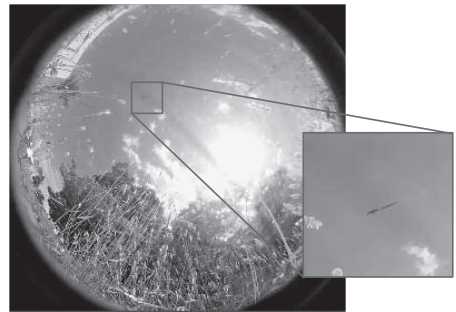


写真-7 ライブカメラで撮影した飛来個体

幼虫（ヤゴ）で越冬する（写真-5）。また、羽化は倒垂型の形態で初夏に行われることが知られている（写真-6）。しかしながら、羽化や成体の出現期間など詳細な情報はない。

そこで抜殻から推測できる羽化状況は目視調査で、出現する成体の行動はライブカメラ（St.1）の映像から抽出することにした。出現したクロスジギンヤンマはライブカメラに写真-7のように映る。過去の調査より、当該ビオトープに出現する大型のトンボ目はオニヤンマ、クロスジギンヤンマであるが、オニヤンマは流水域に生息するため出現頻度が低く、さらに出現時期は7月以降であることから、クロスジギンヤンマの主な出現時期と重複する可能性は低い。クロスジギンヤンマが出現する5～6月にはアオイトトンボ科、イトトンボ科も確認されているが、個体が小さいことや水面直上を飛行することから画面上では識別できない。また、シルエットが類似するヤマトンボ科は栃木県内でも出現するが¹⁴⁾、開放的な水面を生息環境とする種¹²⁾であり、当該ビオトープと環境条件が異なる点や過去に出現した記録がないことからこの時期に出現する大型のトンボ目はクロスジギンヤンマと判断した。トンボ目以外にもライブカメラには様々な生物が映るが、シルエットのほか、飛行パターンからクロスジギンヤンマと区別した。クロスジギンヤンマは直線的に飛行するのに対し、ハチやハエなどの昆虫や鳥類は旋回したり、不規則な飛行をすることから識別可能である。なお、ライブカメラの映像からはクロスジギンヤンマの雌雄の判別はできない。

3. クロスジギンヤンマの生態調査

(1) 羽化および出現状況調査

水辺ビオトープにおけるクロスジギンヤンマの生態の把握に向け、a) 羽化期間ならびに羽化個体数、b) 出現期間ならびに出現傾向、c) 時間別出現傾向、d) 飛来方位の抽出を行った。

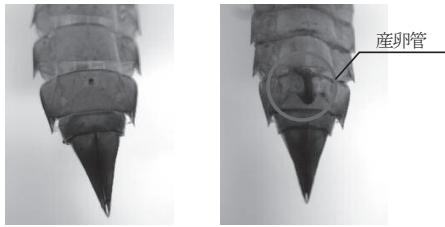


写真-8 ヤゴの雌雄判別 (左: オス, 右メス)

a) 羽化期間ならびに羽化個体数

2014年～2017年の4年間、5月上旬～7月にビオトープ内の抜殻を回収・計数し、羽化個体数として扱った。2016、2017年は回収時に産卵管の有無から雌雄の判別も実施した(写真-8)。採取できなかった個体や採取しても損傷があって識別できなかったものは不明とした。

b) 出現期間ならびに出現傾向

2016、2017年度にSt.1のライブカメラで撮影した映像について、出現開始時から約3週間、午前7時～午後17時までのクロスジギンヤンマの出現回数を数えた。なお、2.5分間隔で10秒間映像を観察し、クロスジギンヤンマがカメラ上空を通過した回数を計数した。中には10秒間の観察で数回通過するケースがあったが、同じ個体が出現しているものとして1回と扱った。またカメラ画面上で同時に2個体確認された場合は2回とした。

c) 時間別出現傾向

日中のクロスジギンヤンマの出現傾向の把握を目的として、時間別の出現回数を数えた。計数にあたり、より多くの個体が出現する期間が望ましいと考え、出現がピークとなる期間(以下、出現ピーク期)を設定した。ここで出現ピーク期は、前述b)の調査分布から1日の出現回数が最も多い(以下、ピーク日)を中心として、合計出現回数の50%以上を占める期間とした。その結果、出現ピーク期は2016年5月22日～24日(3日間)、2017年5月27～6月2日(7日間)であった。

d) 飛来方位

クロスジギンヤンマはなわばり行動や産卵行動など繁殖のため、水辺ビオトープに出現する。五洋建設技術研究所の周辺には複数の止水域が確認されており、繁殖場所を求めて別の水域から移動している可能性が考えられた。そこで、周辺環境との関係を把握するため、成体が水辺ビオトープに飛来する方向を抽出した。出現ピーク期のうち2017年5月29日～5月31日の3日間を対象に、前述b)の手法で計測された出現個体について、その前後の出現の有無を確認し、最初の出現の方向を飛来方位として扱った。

(2) 調査結果

a) 羽化期間ならびに羽化個体数

年別羽化個体数を表-2に、2014年～2017年の日別羽化個体数を図-4に示す。2014年～2016年までの結果で

表-2 年別羽化個体数

		2014	2015	2016	2017
羽化個体数(頭)		31	38	32	60
性別	オス	/	/	14	22
	メス	/	/	15	30
	不明	/	/	3	8

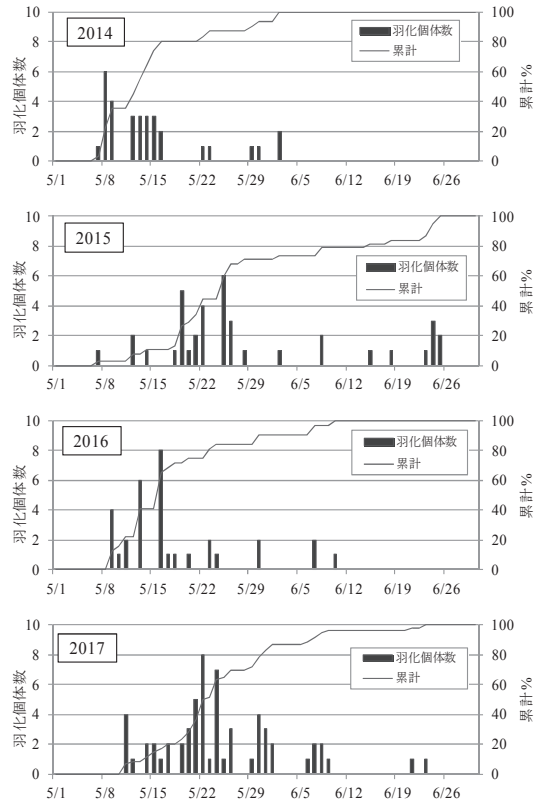


図-4 2014～2017年における日別羽化個体数

は31～38個体の範囲で羽化個体が確認されていたが、2017年は約2倍の60個体であった。また、羽化は5月上旬より開始し、約1ヶ月半行われることが分かった。水辺ビオトープの面積は85m²であることから、単位面積あたりの羽化個体数は0.36～0.71頭/m²であった。

b) 出現期間ならびに出現傾向

2016、2017年の撮影した映像から出現回数を算出した。2016、2017年における日別出現回数を図-5に示す。ライブカメラの映像でクロスジギンヤンマが最初に出現した日は2016年は5月15日、2017年は5月23日であった。ピーク日ならびに出現回数は、2016年は5月23日で46回、2017年は5月30日で30回あった。図-4、図-5より羽化のピークと出現のピークでは1週間程度の差が認められた。トンボ目は羽化後成熟するまでの一定期間を森林で過ごし、生殖可能な状態になると繁殖場所に移動する。成熟までの期間は種類により異なるが¹⁴⁾、今回の調

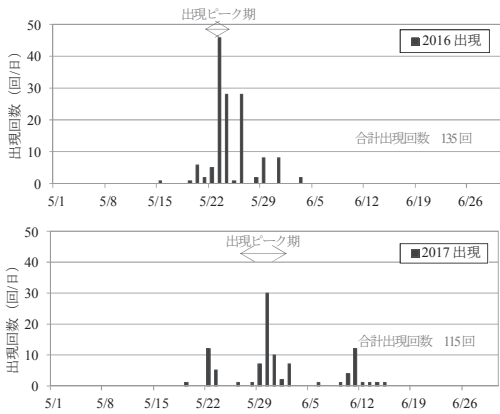


図-5 日別出現回数

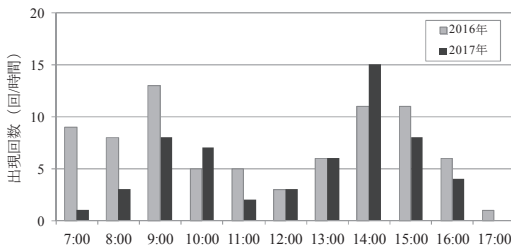


図-6 時間別出現回数

査から水辺ビオトープにおけるクロスジギンヤンマの成熟に要する期間は1週間程度と推定された。

c) 時間別出現傾向

出現ピーク期における累計時間別出現回数を図-6に示す。出現回数に違いはあるものの、2016、2017年のいずれも午前9時台、午後2時台に出現回数が最多となった。ヤンマ科は日中の活動の最盛期が正午1回（一峰型）の種類が多いが¹²⁾、今回の結果からクロスジギンヤンマは午前・午後の2回（二峰型）であると推測された。

d) 飛来方位

図-7 に方位別飛来頻度を示す。2017年の出現ピーク期のうちの3日間の合計飛来確認回数44回のうち、主な飛来方位は西北西～北で70%を占めた。また、南東～南が12%、その他の方位は0~2%であった。現地踏査や地元の動植物研究者へのヒアリングでは、技術研究所周辺の止水水域は北東：那須野が原公園、千松神社、南東：ボーイスカウト野営場、三島神社、西公民館の5ヶ所であり、北西方向には止水水域が確認されていない。なお、確認された止水水域ではいずれもクロスジギンヤンマの飛行が確認されている。止水水域のない西北西～北方向で飛来方位が卓越する要因として、技術研究所の北西から南にかけて森林が帯状に続いており、採餌や移動しやすい環境が整っていることが挙げられた。また、水辺ビオトープの背後には林地型ビオトープが北東-南西方向に林立し、東側には実験棟が隣接しており、建物のない西～

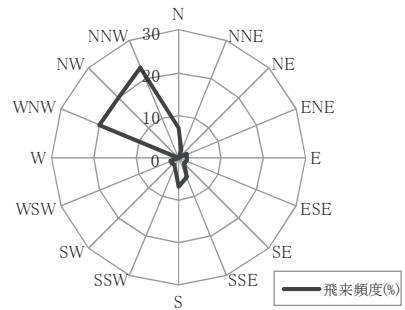


図-7 方位別飛来頻度

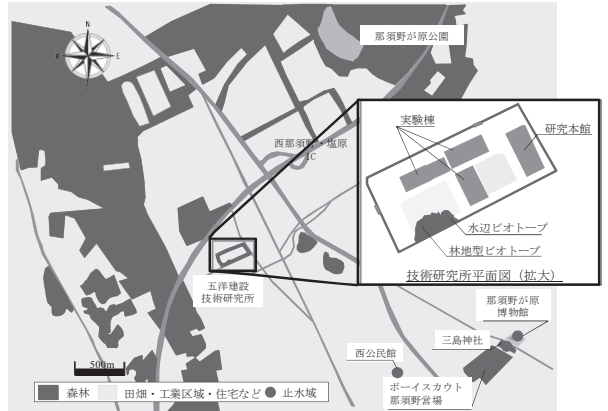


図-8 技術研究所周辺図

北の方角が飛来しやすい方位と考えられた（図-8）。

なお、ライブカメラの映像では、出現の要因がなわばり行動なのか産卵行動なのかは確認はできなかった。

4. 考察

クロスジギンヤンマの羽化や飛来に関する生態調査を行った。結果を以下に示す。

- ・羽化は5月上旬より開始し、約1ヶ月半確認された。また、単位水面積あたりの羽化個体数は0.36~0.71頭/m²であった。
- ・出現ピーク期は出現開始日から4~7日後、出現のピークは羽化のピークから約1週間後であった。この期間はクロスジギンヤンマの成虫が成熟までに要する時間と推測された。
- ・ピーク期における日中の出現回数は午前9時台と午後14時台に増加する傾向が見られた。この傾向は2016、2017年どちらも同様であった。クロスジギンヤンマの時間別出現傾向は午前・午後ピークを迎える二峰型と推定された。
- ・今回の調査では、ビオトープへの飛来方位は主に西北西～北の範囲にあり、その他に南南東～南からの飛来も

確認された。主な飛来方位が西北西~北であった要因として、当社技術研究所の施設の配置や北西から南に帯状に広がる森林帯の存在などが考えられた。

本研究より、単位水面積あたりの羽化個体数や羽化や出現の時期や時間帯を把握することができた。過去に、クロスジギンヤンマの移動範囲や周辺の水辺の利用状況の確認を確認するために個体に印をつけ行動を追跡調査するマーキング調査を試みたが、出現のタイミングが明らかでなかったため、十分な結果を得ることができなかった。本研究により明らかになったクロスジギンヤンマの羽化時期、最初の羽化を確認した後の羽化のピーク時期、成体出現のピーク時期や時間帯の情報を今後のマーキング調査に活用していきたい。そして、本研究により得られた単位水面積あたりの羽化個体数や今後のマーキング調査によるクロスジギンヤンマの移動経路や移動距離などは、ビオトープを計画する際の基礎データとして活用できると考えられる。

5. おわりに

ヤンマ科の1種であるクロスジギンヤンマは都会の小規模なビオトープにも出現しやすい種であるが、詳細な生態について知られていなかった。そこで、今後の水辺ビオトープの造成や事後調査の計画の参考とするため、羽化や成体の飛来に関する調査を行った。その結果、羽化の期間や単位水面積あたりの羽化個体数、成体の出現期間や時間帯、飛来方位などの知見が得られた。

なお、ライブカメラを活用できたのは、調査時期に出現するトンボに限られたこと、そのトンボが視認しやすい種類であったことなど、条件によるところが大きい。他の生態調査で利用する場合は適用可能か事前の検討が必要である。

謝辞：本研究にあたり、那須野が原博物館多和田氏には、那須野が原におけるトンボ目の生息状況ならびに研究進行に際し貴重なご助言をいただいた。ここに謝意を表します。

参考文献

- 1) 国土交通省：都市と生物多様性，13p，2010。
- 2) 若杉晃介ら：アジアイトトンボの移動距離の測定，農業土木学会論文集，No.219，pp.127- pp.132，2002。
- 3) 五洋建設技術研究所ホームページ：
<http://www.penta-ocean-int.com/>
- 4) 安永正道：建設現場の一般公開，駒井技報，Vol.26，pp.1-pp.4，2007。
- 5) 喜田環樹ら：ライブカメラ画像による牛群行動監視システムの検討，日本家畜管理学会誌，39 (1)，pp.48- pp.49，2003。
- 6) 植田睦之・田中啓太：鳥の巣のビデオ録画の動体監視ソフトウェアによる自動解析，Bird Research，pp.T1- pp.T7，2006。
- 7) 高橋聖生ら：岩手県北上高地における自動撮影によるニホンジカ (*Cervus nippon*) の日周活動性の推定，哺乳類科学，52(2)，pp.193-pp.197，2012。
- 8) 小熊宏之・井手玲子：自動撮影カメラを用いた高山植物の季節性のモニタリング，地球環境，Vol.19，No.1，pp.79-pp.86，2014。
- 9) 西那須野町：西那須野町の自然，270p，1991。
- 10) 田中裕一：水辺ビオトープの整備，ARIC 情報 No.84，pp.42- pp.47，2007。
- 11) 田中裕一・菊原紀子：ビオトープの整備と生物の生息状況，土木学会第71回年次学術講演会，pp.239- pp.240，2016。
- 12) 井上清・谷幸三：トンボのすべて，167p，2000。
- 13) 那須塩原市：那須塩原市動植物実態調査報告書（西那須野地区・塩原地区），pp.274-pp.281，2010。
- 14) 尾園暁ら：日本のトンボ，529p，2013。
- 15) Philip S. Corbet (椿宜高ら訳)：トンボ博物学 行動と生態の多様性，798p，海游舎，2007。

(2018.3.23受付)

STUDY ON THE LIFE CYCLE OF *Anax nigrofasciatus nigrofasciatus* IN THE BIOTOPE

Noriko KIKUHARA and Yuichi TANAKA

Anax nigrofasciatus nigrofasciatus is a common species of dragonflies that appear even on the urban waterside. This dragonfly is considered as the index species for developing of waterside biotopes. However, the life cycle such as eclosion period and frequency of visiting has not been well studied yet.

For the purpose of utilizing the understanding about the life cycle of the dragonfly to the planning of future waterside biotope, we carried out the surveys on eclosion and frequency of visiting of *Anax nigrofasciatus nigrofasciatus* in the biotope of PENTA-OCEAN CNSTRUCTION Institute of Technology. The live camera is also utilized for the investigation of the frequency of visiting. As the result, it was possible to understand the eclosion population and visiting frequency of the dragonfly.