

都市型ビオトープ「再生の杜」における竣工後10年目の生物生息状況

米村 惣太郎 林 豊 中村 健二
(技術研究所) (技術研究所) (技術研究所)

The biota of an urban biotope ten years after its construction

Sotaro Yonemura, Yutaka Hayashi and Kenji Nakamura

2006年に清水建設技術研究所に創出された都市型ビオトープ「再生の杜」において、10年目の生物相の調査を行い、初期・中期の状況と比較した。その結果、植物の種数は植栽した200種から、10年目は表土から出芽した絶滅危惧種も含め296種に増加した。植栽した樹木の多くは順調な生育を示した。調査年別の確認種は鳥類で13～18種、昆虫類は160～175種でこのうちトンボ類が10～13種、チョウ類が9～11種であり、10年目の確認種数は初期・中期とほぼ同数であった。魚類7種の個体数は4種が増加、3種が減少したが、総個体数は導入数の約2.5倍と推定された。これらから人工的な緑地でも豊かな生物生息機能を長期的に維持し、都市域の生物多様性の向上に寄与していることが示された。

We surveyed the biota of an urban biotope ten years after its construction and compared the findings with the early- and mid-period results. The number of plant species increased from 200 to 296 and included several endangered plants. Most planted trees were thriving. In each of the previous years, we had observed 13-18 bird species, 10-13 dragonfly species, 9-11 butterfly species. In the tenth year, we observed nearly identical numbers of these species. Of the 7 fish species, 4 species increased in number and 3 decreased in number. The estimated total number of fish, however, had increased by a factor of about 2.5. These results show that an artificial green space in an urban environment can maintain the good quality of habitats for a long period and improve urban biodiversity.

1. はじめに

微気象の緩和や空気浄化、延焼防止など緑地の有する多様な機能から、都市域における緑地のあり方への関心が高まっている。中でも生物の生息地としての機能は、都市域での生物多様性の保全及び生物の生息がもたらすレクリエーション的機能、更に教育的観点などから、その重要性が指摘されている。

しかし生物の生息に配慮した緑地が作られても、そこでの生物相の状況についての報告事例は少なく、また報告されているものも造成後初期に関するものが多い。生物の生息地としての機能を長期的に維持し、向上させるためには、生物生息状況や植生の状況、生息環境などに関する長期的な視点からの知見の集積が必要である。

今回、2006年に清水建設技術研究所（東京都江東区）に創出された「再生の杜」ビオトープにおいて、10年目の生物相、池の水質に関する調査を行った。その結果について都市型ビオトープにおける生物生息機能の観点から、初期・中期の生物相の状況と比較して報告する。

2. 「再生の杜」ビオトープの概要

「再生の杜」ビオトープは、運河と道路に囲まれた技術研究所敷地内にあり、三方向が各種実験棟などの建物に囲まれた場所に位置している。全体面積は1,940m²で、陸域1,060m²、水域650m²、ウッドデッキ部160m²などで構成されている。

ビオトープでは多様な生物生息空間を創出する



写真-1 「再生の杜」ビオトープ全景

ため、水域から陸域へと植生が徐々に変わるエコトーン（遷移帯）を設けるとともに、水生植物、湿生植物、水辺林、草地、雑木林、常緑林とタイプの異なる植栽域をゾーニングした。

植栽基盤は現地発生土で成形され、その上に基盤土壌の質の向上と埋土種子の発芽による地域の緑の再生、裸地の早期緑化を目的とし、表土として近在の畑土および休耕田土を敷き均した。更に各ゾーンに期待される生物の生息に配慮して、在来の樹木 106 種 592 本、草本 94 種約 8,000 本の植栽を行った。植栽した種には、技術研究所内で保全・生育させて地域に帰した絶滅危惧植物（タコノアシ、ガガブタ）の一部も含まれていた¹⁾。

水域には、飛来生物に及ぼす影響や当該施設での生息の可能性を検討するために、関東エリアの河川から採集した魚類 7 種、貝類 3 種、甲殻類 2 種、両生類 3 種を導入した。魚類には、絶滅危惧種のミナミメダカが含まれており、ビオトープでの保全の可能性を検討した²⁾。

3. 調査方法

3.1 植物

3.1.1 植物相調査

ビオトープ内の各ゾーンを春季と夏季に踏査し、植栽種を含め、確認された植物種を全て記録した。

3.1.2 樹木の成長（毎木調査）

各ゾーン内を踏査し、植栽樹を含め、確認された樹木（稚樹を除く）の樹高と枝張りおよび位置を記録した。樹高の測定は測高桿で行った。

3.2 動物

3.2.1 鳥類

ビオトープに隣接する技術研究所本館 2F テラスからの観察、またはビオトープ内外を任意に踏査し、出現した鳥類を記録した。調査日は夏季と冬季の人の出入りの少ない休日とし、調査時間は各季の日の出直後から正午前後までとした。

3.2.2 昆虫類

ビオトープ内を夏季と秋季に任意に踏査し、出現した昆虫類の種名を記録した。必要に応じて、捕虫網を用いて採集し、室内で同定した。

3.2.3 魚類

池内の各魚種の生息数は標識再捕法での推定を試みた。トラップを用いて捕獲した魚の尻びれの一部を切除後、放流し、翌日再捕獲を行った。各魚種の 2 回の捕獲数から、ピーターセン法³⁾によ

り生息数を推定した。トラップにはかご網とセル瓶を用い、池内の 25 か所に設置した。

ピーターセン法による推定式を以下に示す。

$$N = MC/R$$

ただし、N：生息個体数の推定値

M：標識して放流した個体数

C：2 回目捕獲時の個体数

R：2 回目捕獲時の標識個体数

3.2.4 水生生物

池内の抽水植物、沈水植物、粗朶、護岸（練石）、植生なし、流水の 6 環境区分において、タモ網を用いて、各環境区分 1 人 30 分間の採集を行った。

3.3 水質

池の水質を評価するために、水素イオン濃度（pH）、化学的酸素要求量（COD）、浮遊物質（SS）、溶存酸素量（DO）、全窒素（TN）、全リン（TP）、全亜鉛（T-Zn）の測定を行った。

4. 調査結果

4.1 植物

4.1.1 植物相

1) 種数の変化

植物の種数の変化を、植栽植物（一年草、多年草、木本）、出現した植物（一年草、多年草、木本、帰化種）に分けて図-1 に示す。

植栽した 200 種の植物のうち、10 年間で木本は 8 種減少し、106 種から 98 種となり、一年草は 11 種

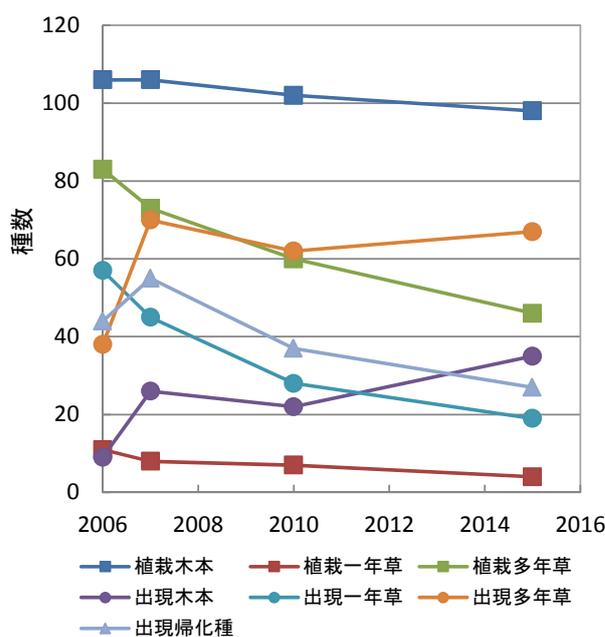


図-1 植栽植物、出現植物の生活型別種数の変化

から4種、多年草は83種から46種へと大きく減少し、合計で148種となった。消失した植栽種には、木本ではニワトコやコバノガマズミ、ウグイスカグラなどの低木類が多く、草本ではサラシナショウマ、シロヨメナ、チゴユリなどの林縁性の種が多かった。

しかし表土中の埋土種子または風や鳥等によって散布された種子により、多くの植物種が出現した。1年目で最も多く出現したのはシロザ、アゼナなどの在来一年草であったが、2年目以降大きく減少した。またアメリカセンダングサやホウキギクなどの帰化種も多く出現し、2年目に55種となったが、繁殖力の強い種は除去したこともあり、以後減少した。

これらに対し、キツネノボタンやカンスゲなどの在来多年草は2年目に種数が増え、以後同程度の種数を維持しており、アカメガシワやクマノミズキなどの在来木本は10年目で種数が増加していた。

草本、木本の合計出現種数は、1年目148種、2年目196種、5年目150種、10年目148種が確認され、2年目が最も多く、以後漸減した。植栽種、出現種の全合計種数は、1年目348種、2年目383種、5年目318種、10年目296種目となり、10年目で初期の植栽種数の約1.5倍の種が生育している。

2) 絶滅危惧植物

植栽したタコノアシは5年目、ガガブタは3年目には生育が見られなかった。これに対し、用いた表土から国または都県のレッドデータに記載されている植物のトチカガミ、タヌキモ、ミズアオイ、タヌキマメが出現した。ミズアオイは1年目だけの出現であったが、他は10年目も継続して生育しており、

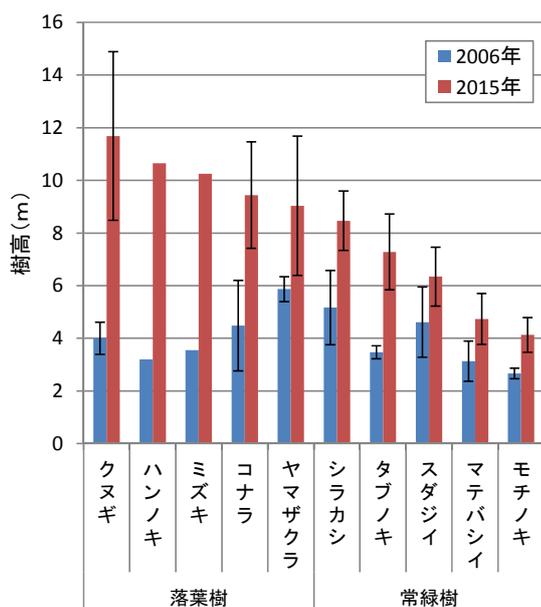


図-2 主な樹種の樹高

(注) — : バーは標準偏差。同種3本以上のみ表示。

特にトチカガミ、タヌキモは旺盛な生育が見られた。

4.1.2 樹木の成長 (毎木調査)

樹高成長が良好であった主な落葉樹5種、常緑樹5種の成長状況を図-2に示す。落葉樹ではクヌギ、ハンノキ、ミズキが植栽時3~4mから10m以上の樹高に成長した。コナラも2倍以上の樹高成長を示した。常緑樹ではタブノキの成長が最も良く、植栽時の2倍以上の樹高を示し、シラカシ、スダジイなども1.4~1.6倍の樹高成長が見られた。

一方、成長が悪かったのはウリハダカエデ、カンボク、リョウブ、クロモジ、ホオノキなどの落葉樹で、ほとんど樹高成長が見られなかった。

4.2 動物

4.2.1 鳥類

表-1に鳥類の調査年別の確認状況を示した。調査年でやや変動は見られるが、毎年15種前後の出現種数であり、合計23種が確認された。このうち陸鳥は、加藤の文献⁴⁾より、都市化に対する影響の受けやすさに基づく分類によって区分した。ただし水辺

表-1 鳥類の確認状況

No.	種名	環境区分	2006	2007	2008	2010	2015
1	ドバト	A	●	●	●	●	●
2	ムクドリ		●	●	●	●	●
3	スズメ		●	●	●	●	●
4	ハクセキレイ		●	●	●	●	●
5	ツバメ					●	
6	キジバト	B	●	●	●	●	●
7	ヒヨドリ		●	●	●	●	●
8	シジュウカラ		●	●	●	●	●
9	メジロ		●	●	●	●	●
10	ハシブトガラス		●	●	●	●	●
11	ツグミ		●	●	●	●	
12	オナガ					●	●
13	カワラヒワ		●			●	
14	モズ		●				
15	コゲラ		C		●	●	
16	ジョウビタキ			●		●	●
17	カルガモ	●		●	●	●	●
18	ゴイサギ	D		●		●	●
19	アオサギ		●				●
20	ダイサギ			●			
21	コサギ		●	●		●	
22	カワセミ				●	●	●
23	イソヒヨドリ			●			
確認種数			15種	17種	13種	18種	15種

(環境区分)

- A: 樹林地よりも市街地に多く出現する種。
- B: 市街地の小規模な樹林にも出現する種。
- C: 都市域でも大面積の樹林地では出現する種。
- D: 水辺域に出現する種。

の鳥は分類から除外されているので、区分D水辺域として加えた。確認された鳥類のうち、ダイサギ、コサギ、カワセミの水辺の鳥3種と陸鳥のモズが東京都区部で絶滅危惧II類に選定されている。

初期から10年経過後も継続的に出現する種として、区分Aのドバト、ムクドリ、スズメ、ハクセキレイの4種、区分Bのキジバト、ヒヨドリ、シジュウカラ、メジロ、ハシブトガラスの5種、区分Dのカルガモの合計10種が確認された。陸鳥の出現種のうち14種は区分A、Bの種で都市化の影響に強い種であったが、コゲラやジョウビタキのような、都市化の影響が弱い場所に出現が限られるとされる区分Cの種も観察された。なお文献⁴⁾では、区分A、B、Cの鳥は、それぞれ都市利用種、都市適応種、都市忌避種と称されている。

飛来鳥類の主な行動は採餌・探餌であり、休息、飲水、水浴等も見られた。中でもカルガモは竣工翌年から毎年産卵しており、浮島を繁殖の場として継続的に利用している。また2016年に猛禽類のハイタカがハトを狩るために飛来したことが観察された。

4.2.2 昆虫類

1) 目別の種数の変化

初期3年間と10年目の目別の確認種数を図-3に示す。1年目の種数は160種が確認され、2年目に175種まで増え、以後減少したが、10年目は164種であり、初期とほぼ同種数であった。

ただし10年目には、明るい草地を棲み処とするバッタ目やカメムシ目などの昆虫類の減少が見られた。一方、新たに樹林性のチャタテムシ目や落葉下を生息地とするハサミムシ目の出現が見られた。

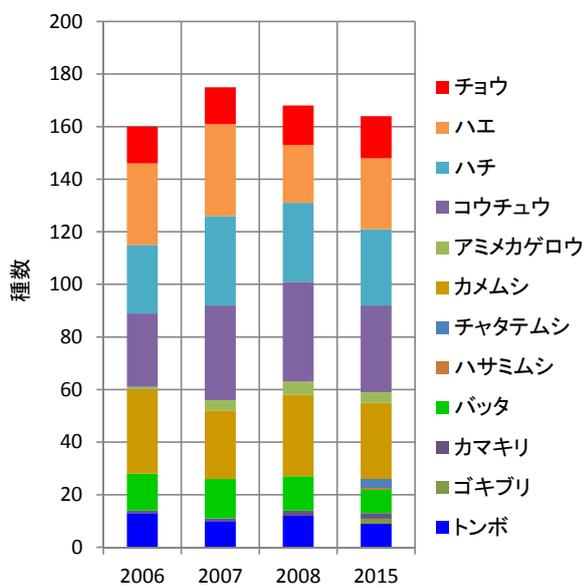


図-3 昆虫類の目別確認状況

表-2 トンボ目の確認状況

No.	種名	環境区分	2006	2007	2008	2011	2015
1	アジアイトトンボ	A	●	●	●	●	●
2	アオモンイトトンボ		●	●	●	●	●
3	ギンヤンマ		●	●	●		●
4	シオカラトンボ		●	●	●	●	●
5	ウスバキトンボ		●	●	●	●	●
6	ショウジョウトンボ	B	●	●	●	●	●
7	アキアカネ		●	●	●		●
8	チョウトンボ			●	●	●	
9	コノシメトンボ		●				
10	ノシメトンボ		●				
11	リュウキュウベニイトトンボ				●	●	
12	クロイトトンボ	C	●	●	●	●	●
13	コシアキトンボ		●		●	●	●
14	ムスジイトトンボ			●	●		
15	クロスジギンヤンマ		●		●		
16	オオシオカラトンボ		●			●	
確認種数			13種	10種	12種	10種	10種

(環境区分)

- A: 止水域で、開放的な湿地から人工池やプールなどで生息。
- B: 止水域で、開放的な湿地、休耕田、水田などで生息。
- C: 止水域で、木陰の多い池沼、林内の小池などで生息。

2) トンボ目

表-2にトンボ目の調査年別の確認状況を示した。種数は1年目に13種が見られたが、以後大きな増減はなく、年別では10種程度が確認されている。合計で16種が確認された。

確認されたトンボは、養父⁵⁾、上甫木ら⁶⁾の文献を参考とし、生息環境を3区分して示した。今回、確認されたトンボは全て止水域を生息地としていた。初期から10年経過後もほぼ継続的に出現する種として、アジアイトトンボ、アオモンイトトンボ、ウスバキトンボ、アキアカネなどの合計9種が観察された。このうち、ショウジョウトンボ、シオカラトンボ、コシアキトンボ、ギンヤンマ属及びクロイトトンボ属の一種は幼虫(ヤゴ)も池内に確認された。

継続的な出現が最も多かったのは、区分Aのプールなどでも生息できる種であったが、区分Bの開放的な湿地、水田などや区分Cの木陰の多い池沼で生息できる種も含まれていた。

初期、中期には、ムスジイトトンボ、クロスジギンヤンマ、オオシオカラトンボ、チョウトンボなどが見られたが、10年目には見られなかった。なおチョウトンボは東京都区部で準絶滅危惧種に選定されている。また最近リュウキュウベニイトトンボが見られるようになったが、本来の生息地は鹿児島島以南であり、移入種として分布の拡大が注視されている。

3) チョウ目チョウ類

表-3にチョウ目のうちガ類を除くチョウ類の調

表-3 チョウ類の確認状況

No.	種名	環境区分	2006	2007	2008	2010	2015
1	イチモンジセセリ	A	●	●	●	●	●
2	アオスジアゲハ		●	●	●	●	●
3	ナミアゲハ		●	●	●	●	●
4	モンシロチョウ		●	●	●		
5	ヤマトシジミ本土亜種		●	●	●	●	●
6	クロアゲハ本土亜種	B		●	●	●	●
7	モンキチョウ		●				
8	スジグロシロチョウ					●	
9	ルリシジミ						●
10	ウラナミシジミ			●		●	
11	ベニシジミ		●	●		●	
12	ウラギンシジミ		●				
13	カタテハ		●	●	●		
14	アカタテハ					●	
15	ツマグロヒョウモン				●		●
16	ムラサキツバメ					●	
17	チャバネセセリ	●	●	●		●	
18	ムラサキシジミ	C					●
19	ゴマダラチョウ		●				
20	ルリタテハ本土亜種					●	
確認種数			11種	10種	9種	10種	10種

(環境区分)

- A: 市街地(東京都の各区)に共通して生息。
- B: 市街地でも草地や畑、林があるところで生息。
- C: 林床に下草が残り、林縁に藪や草地がある雑木林で生息。

査年別の確認状況を示した。種数は経年的に大きな増減はなく、年別では10種程度が観察されており、合計では20種が確認された。

確認されたチョウは、東京都の蝶に関する文献を参考とし、生息環境を3区分して示した。なおツマグロヒョウモン、ムラサキツバメ、チャバネセセリの3種は近年の都市での発生状況の報告を参考に区分Bとした。初期から10年経過後も継続的に出現した種は、最も市街地に適応しているとされる区分Aのイチモンジセセリ、アオスジアゲハ、ナミアゲハ、ヤマトシジミの4種であった。次に市街地への適応性が高い区分Bのクロアゲハ、チャバネセセリの2種も初期に観察され、10年後も確認された。

これらに対し、良好なチョウの生息環境が残っている指標とされる区分Cのチョウは3種のみ出現であり、頻度も少なかった。区分BとCでは1回しか確認されていない種が9種と多く、出現種の半数近くが安定しない傾向を示した。これらの中には、モンキチョウやスジグロシロチョウなど市街地でよく見られるとされる種もあった。また丘陵や山地のチョウとされる種は出現しなかった。

4.2.3 魚類

それぞれの種の導入時の実数と10年目の調査での個体数を図-4に示す。標識再捕法による魚数の推定が可能だったオイカワ、モツゴ、タモロコ、ミナミメダカは推定値、捕獲・再捕が出来なかったカワムツ、ドジョウ、ヌマチチブは実数である。導入した7種のうち、個体数の推定ができた4種が増加、捕獲・再捕ができなかった3種は減少していた。最も増加していたのがモツゴであり、10年目の推定個体数は導入数の約15倍であった。他にミナミメダカが約5倍、タモロコが約4倍、オイカワが約3倍に個体数が増加していた。

ただしミナミメダカは再捕獲された標識魚が1個体と少なく、チャップマンの修正式を用いて個体数を推定したが、精度高い推定値は得るのが難しいと考えられたため2名の調査員による目視調査も行った。その結果、観察されたミナミメダカは85個体であり、放流された個体数以上が生息していることが確認された。池の周囲からの確認であることを考慮するとより多くの個体数の生息が推察された。

これらに対し、ヌマチチブは捕獲されず、最も多く導入されたカワムツは1個体のみの捕獲であった。またドジョウは1回目2個体が捕獲されたが、2回目に捕獲された3個体には標識がなく、個体数の推定は出来なかったが、少なくとも5個体以上が生息していることが確認された。

魚類の10年目の個体数の推定値と推定できなかった種の捕獲数の合計は1,544個体であり、導入数の613個体に比して約2.5倍に増加している。

また捕獲作業において、オイカワ以外の魚種は水域全域で捕獲されたが、オイカワは循環水の吹出口近くの緩やかな流水域でのみ捕獲された。

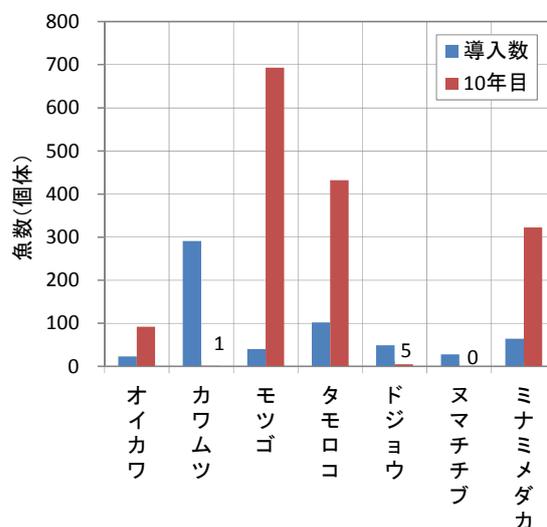


図-4 魚類の生息状況

4.2.4 水生生物

表-4に水生生物の確認状況を示す。2008年7月と11月、2015年10月の調査で合計33種の水生生物が確認された。導入された貝類のヒメタニシ、カワニナ、シジミ属の一種は生存が確認された。ヒメタニシは水草や粗朶など隠れ場所がある環境で、カワニナは植生のない環境で多く確認された。

表-4 水生生物の確認状況

No.	綱名	目名	種名	2008.7	2008.11	2015.10
1	腹足	原始紐舌	ヒメタニシ	●	●	●
2		盤足	カワニナ	●	●	●
3		基眼	カワコザラガイ		●	
4			モノアラガイ	●	●	●
5			サカマキガイ		●	●
6			ヒラマキガイモドキ			●
-		ヒラマキガイ科sp.	●	●	●	
7	二枚貝	マルスダレガイ	シジミ属sp.			●
8			ドブシジミ	●	●	
9	ミミズ	オヨギミミズ	オヨギミミズ科sp.		●	
10		イトミミズ	エラミミズ	●		
-			ミズミミズ科sp.	●		●
11	ヒル	無吻蛭	Barbronia weberi			●
-			無吻蛭目sp.			●
12	軟甲	ヨコエビ	フロリダマミズヨコエビ			●
13		エビ	スジエビ	●	●	
14	昆虫	カゲロウ	Cloeon属sp.	●	●	
15		トンボ	アジアイトトンボ		●	
16			クロイトトンボ属sp.	●	●	●
-			イトトンボ科sp.	●		●
17			ギンヤンマ	●		
-			ギンヤンマ属sp.			●
18			ショウジョウトンボ	●	●	●
19		シオカラトンボ	●	●	●	
20		コシアキトンボ		●	●	
21		カメムシ	アメンボ			●
22			ハバアメンボ		●	
23			ヒメイトアメンボ			●
24			ミズカメムシ属sp.			●
25		ハエ	ヒメガガンボ亜科sp.		●	
26			ユスリカ属sp.	●		
27			ハモンユスリカ属sp.	●		
28			モンユスリカ亜科sp.	●		
29			ホソカ科sp.		●	
30			ミズアブ科sp.	●		
31		コウチュウ	マメゲンゴロウ		●	
32	ヒメゲンゴロウ			●		
33	コガムシ		●			
確認種数				18種	20種	17種

表-5 水質分析結果

項目	単位	2006~2007	2015	環境基準項目類型
pH	-	7.7~8.9	7.2~8.4	AA: 6.5~8.5
COD	mg/L	3.1~4.3	3.5~4.2	B: <5
SS	mg/L	2.0~3.0	0.9~1.1	A: <5
DO	mg/L	7.6~8.0	6.8~12	AA: >7.5, B: >5
TN	mg/L	0.17~0.32	<0.1~0.14	II: <0.2, III: <0.4
TP	mg/L	0.010~0.041	<0.01~0.012	III: <0.03, IV: <0.05
T-Zn	mg/L	-	<0.01	生物A: <0.03

(備考)生活環境の保全に関する環境基準(湖沼)の項目類型
pH, COD, SS, DO AA:水産1級, A:水産2級, B:水産3級
TN, TP II:水産1種, III:水道3級, IV:水産2種
T-Zn 生物A:イワナ, サケマス等の生息水域

甲殻類のテナガエビは2年目の2008年には既に確認されず、スジエビは2008年には確認されたが2015年には確認されなかった。

また両生類のニホンイモリ、アマガエルは導入の数か月後にはそれらの個体を観察することが出来なかったと報告されている²⁾。それに対しニホンアカガエルは幼生導入後2年目の2009年から2015年まで毎年、池への産卵が確認された。しかし産卵数は経年的に減少し、2016年には確認されなかった。

導入された種以外では昆虫類が多く確認された。中でもトンボ目の種が多く、シオカラトンボやショウジョウトンボのヤゴが多く確認された。ハエ目、コウチュウ目は2008年には確認されたが、2015年には確認されず、カメムシ目のアメンボ類が観察された。またカ(蚊)科の幼虫(ボウフラ)は3回とも確認されなかった。昆虫類以外では貝類のモノアラガイが最も多く、水域の全環境区分で確認された。

4.3 水質

初期2年間と10年目の水質測定で得られた各項目の最小値と最大値の範囲を表-5に示す。pHは竣工当初は8.9を超えた場合もあったが、4か月目以降は7.7~8.1の値となり、10年目もほぼ同程度の値となった。DO(溶存酸素)は初期が7.6~8.0mg/L、10年目が6.8~12.0mg/Lであり、pHと同様にほぼ水産1級の基準値を満たしていた。

COD(化学的酸素要求量)は初期2年間とほぼ同等であり、SS(浮遊物質量)、TN(全窒素)、TP(全リン)の3項目は初期2年間より低い値となった。またT-Zn(全亜鉛)も検出限界以下であり、いずれも魚類や水生生物に影響を及ぼす濃度ではなかった。

5. 考察

5.1 植物

植栽種以外の出現種は1年目148種、2年目196種であり、出現の速さ、種の多さから、ほとんどが表土中の埋土種子が発芽したものと考えられる。このように埋土種子を含む表土を用いることで、植栽種では得られない多様な種類の植物を得られることが改めて示された。またトチカガミなどのような絶滅危惧植物が出現することもあり、表土を用いることはビオトープ創出において植物の種多様性を向上するために有用な方法であることが示された。

植栽した樹木では、関東の里山林的な環境に生育するクヌギなどの落葉樹、シラカシなどの常緑樹の成長が良かった。これらはいずれも3~6m程度の若

木を植栽したが、発生土で造成した植栽基盤上でも順調に生育し、落葉樹では10mを超えるものも多く、常緑樹もシラカシなど8mを超えるものがあった。このことから、最初から高木を植えるのではなく、若木から育てて樹林を形成させることもビオトープでの樹林整備の選択肢となり得ることが示された。

植物の種数は、2年目が最も多く、以後漸減しているが、減少が大きいのは植栽多年草と出現一年草であった。植栽多年草の減少要因としては、サラシナショウマなど山地～丘陵の林縁を中心に分布する種は夏場の高温や乾燥などの影響により、またヌマトラノオなど明るい湿地を好む種は水辺林の樹冠の発達で日陰地となったことなど環境条件の変化に適応できなかったことが考えられる。一方、出現一年草はビオトープが攪乱のない環境であることから植生遷移によって減少したものと判断される。一年草を復活させるためには表土の攪乱などで更地を出現させるような事象が必要である。ただし多年草でもタコノアシのように攪乱が起きない場所では衰退していく種もあるので、種に応じた管理を順応的に行って保全手法を確立していくことが望まれる。

5.2 鳥類

都市域に生息する鳥類の種組成や種多様性を規定する要因のうち最も大きな影響を与えるのは樹林地の面積であることが明らかにされている^{4),8)}。再生の杜の樹林地面積は約960m²であり、1,000m²未満の小規模樹林地と見なされる。樹林地面積から推定される陸鳥の出現種数は5種程度⁴⁾であるが、再生の杜では年別に陸鳥11～14種が確認され、同規模緑地に比べ出現種数は多いと考えられる。ただし出現種は区分A、Bの都市に適応した種がほとんどであり、大面積の樹林地を必要とする区分Cの種の出現は少なく、樹林地面積を反映しているものと考えられる。

しかし出現種の組成や多様性には樹林地面積ばかりでなく、植生の垂直構造や樹林地間の距離なども影響することが報告されている⁹⁾。再生の杜で確認される種数が多く、樹林性の鳥も確認されたのは多様な緑地構造となっているためと考えられるが、樹林性の鳥類の出現は多くはなく、敷地内の緑地構造や外部の緑地とのネットワークを改善していく必要がある。一方、絶滅危惧種のカワセミやサギ類の出現、カルガモの継続的産卵などから、池が水辺の鳥の貴重な生息地となっていることが示された。今後はカルガモの子育てやカワセミの営巣などが可能な、より高次の生息環境の整備が課題である。

またビオトープにハイタカが出現したことは、小

規模でも野鳥の住む樹林地が増えることで、より上位種の生息が都市でも可能になることを示唆しており、生態系ネットワークの重要性が示された。

5.3 昆虫類

昆虫類は2年目が最も種数が多く、以後漸減したが10年目は初期とほぼ同数であった。草地性の種の減少は、樹木の成長による草地的環境の減少の影響と考えられた。昆虫類は食草が種によって限定されているものも多く、草本種の減少が影響している可能性が高い。一方、樹木の成長に伴って樹林性の昆虫が新たに出現しており、環境の変化が昆虫類の種組成に影響を与えることが確認された。

トンボ目では継続的に出現した種として区分Aのプール適応種が最も多かったが、区分B、Cのトンボも2種ずつ出現し、池を中心に多様な環境が形成されていることを示している。またショウジョウトンボなど5種のトンボのヤゴも池で確認され、地域への供給源になっていることが伺われた。なお準絶滅危惧種のショウトンボは2年目から6年目まで見られたが10年目に見られなかった。池には本種が好む抽水植物の豊富な環境はあるため、周辺での発生状況も含めてモニタリングして行くことが望まれる。

チョウ類では市街地に最も適応した種の継続的な出現は多く見られたが、それ以外の種は確認頻度が低いものが多かった。チョウ類の出現は食草食樹の存在との密接な関係が指摘されており¹⁰⁾、出現頻度の向上には餌となる植物、また成虫の吸蜜源となる植物の植栽も必要である。

5.4 魚類¹¹⁾

導入した魚類のうち、オイカワ、モツゴ、タモロコ、ミナミメダカの4種は増加し、カワムツ、ドジョウ、ヌマチチブの3種は減少したと推定された。

モツゴやタモロコは池沼やため池などの止水や河川の緩流部に生息する種であり、水生植物や藻の中で生息する性質を持つとされる。またミナミメダカも止水域に広く生息する種であり、水草や藻に産卵する。ビオトープの池の大部分は止水域で水生植物や藻が繁茂しており、これらの種にとって好適な状態にあり、個体数を増やすことができたと言える。絶滅危惧種であるミナミメダカにも池が長期的な保全の場として活用可能と考えられた。

これらに対し、オイカワも増加したが、捕獲された場所は深さ約1mの砂礫底で循環水吹出口近くの流水域に限られた。オイカワは中～下流域の平瀬を好み、産卵床は砂礫内であり、生息に適した環境が

池内の一部に限られたためと言える。砂礫の部分に泥の堆積が進むと産卵環境が悪化し、オイカワの消失に繋がるため、状況に応じた管理が必要である。

一方、最も多く導入されたカワムツは4年後には大きく減少し²⁾、10年後にはほぼ消失した。カワムツはオイカワと同様な環境を好み、産卵床も同じ砂礫であるため、オイカワとの競合に負けて減少したものと推察される。またヌマチチブは止水域にも多いが、岩や倒木などの固い基質の隙間に生息・産卵できる環境が必要であり、特に池内に産卵に好適な環境がなかったことが減少理由と考えられた。ドジョウも減少したと推定されるが、生息環境となる浅い沼泥環境が狭い範囲に限られたことやサギ類による捕食によって減少した可能性が考えられた。

ビオトープでの魚類の存在は水辺の鳥類の生息に必要な採餌場を提供することでもあり、安定的な生息環境や個体数の維持に関する検討が望まれる。

5.5 水生生物

導入された甲殻類のテナガエビとスジエビは10年目の調査では両種とも確認されなかった。2008年にテナガエビは既に確認されず、スジエビは2個体だけの確認であった。テナガエビはわずか9個体の導入であり生残は難しかったと考えられるが、スジエビは約500個体を導入しても生残しておらず、池の環境が不適合だったこと、更に導入した魚類に捕食された可能性も減少の要因と考えられる。

また導入された両生類のうち、ニホンイモリとニホンアマガエルは導入後すぐに消失した²⁾。これらは導入数も少なく、サギ類などの鳥類による捕食などが消失の原因と考えられた。これらに対し、幼生で約300個体が導入されたニホンアカガエルは7年間は池での産卵が確認されたが、8年目は確認されなかった。ニホンアカガエルの安定的な生息のためには広い面積が必要とされ、さらに生育場所の分断が絶滅の原因となる¹²⁾ことから、本ビオトープの規模と周辺環境状況では永続的な生息は難しいと考えられる。またニホンイモリなどと同様にサギ類等鳥類による捕食圧も大きく影響していると考えられた。

5.6 水質

ビオトープの水質は初期に比べて、ほとんど変わりはなく、10年目のほうが良好な項目もあった。これは外部からの汚染物質の流入がほとんどなく、池水を1日1回循環させていること、また水生植物による窒素やリンの吸収などの効果によると推察される。しかし水質の富栄養化の進行を抑え、良好な水

質を維持するためには、秋季に水生植物を刈り取り、池外に持ち出すことが必要である。

また水生植物は魚やヤゴなどの水生昆虫の棲み処になることから池の生態系を多様化するのに重要であるが、夏季に大量に繁茂すると水中の溶存酸素不足をもたらす可能性もあるので、溶存酸素濃度を指標とした水生植物の適切な管理が必要である。

6. おわりに

「再生の杜」ビオトープでの10年目の調査を行い、それぞれの生物種の出現状況および生息数の増減を把握することができた。絶滅危惧種を含む多様な生物がビオトープに出現し、多くの種の継続的な生息が確認されたことから、人工的な緑地でも豊かな生物生息機能を長期的に維持し、都市域における生物多様性の向上に寄与していることが示された。

今後は、より長期的な生物の出現傾向を把握するとともに周辺の緑地環境やその変化がもたらす影響など生態系ネットワークの観点からの検証や生物生息機能の維持・向上に資する効果的な植栽管理の検討などを継続していく予定である。

<参考文献>

- 1) 橋大介, 那須守, 薬師寺圭, 米村惣太郎, 小田原卓郎, 中村健二, 林豊, 横田樹広: “都市域に造られた大型ビオトープ「再生の杜」の果たす役割”, 清水建設研究報告, Vol.85, pp.29-40, 2007.
- 2) 橋大介, 薬師寺圭: “大都市域に創出したビオトープが出現動物に与える影響と課題”, 日本建築学会技術報告集, Vol.18, No.38, pp.391-396, 2012.
- 3) 玉井信行, 水野信彦, 中村俊六編: 河川生態環境工学, 東京大学出版会, 1993.
- 4) 加藤和弘: 鳥類の種組成に基づく都市の鳥類生息環境評価指数の提案, ランドスケープ研究, Vol.72, No.5, pp.805-808, 2009.
- 5) 養父志乃夫: 生きもののすむ環境づくり (トンボ編), 環境緑化新聞社, 1991.
- 6) 上甫木昭春, 梶原優美: トンボとチョウの出現からみた学校ビオトープのランドスケープデザインに関する研究, ランドスケープ研究, Vol.64, No.5, pp.621-626, 2001
- 7) 西多摩昆虫同好会編: 新版東京都の蝶, けやき出版, 2012.
- 8) 樋口広芳, 塚本洋三, 花輪伸一, 武田宗也: 森林面積と鳥の種類数との関係, Strix, Vol.1, pp.70-78, 1982.
- 9) 鶴川健也, 加藤和弘: 都市の鳥類群集に影響する要因に関する研究の現状と課題, ランドスケープ研究, Vol.71, No.3, pp.299-308, 2007
- 10) 日本環境動物昆虫学会編: チョウの調べ方, 文教出版, 1998
- 11) リバーフロント整備センター編: 川の生物図典, 山海堂, 1996.
- 12) 夏原由博, 神原恵: ニホンアカガエルの大阪府南部における生育適地と連結性の推定, ランドスケープ研究, Vol.64, No.5, pp.617-620, 2001