

地域性在来植物ビオトープにおけるモニタリング調査と植生管理

(その1) ビオトープの全体概要と2年間のモニタリング結果

MONITORING FOR APPRAISAL AND CARE OF SHRUBBERY IN A LOCAL NATIVE PLANT BIOTOPE

Part1 Overview of biotope and two-year monitoring results

鈴木孝彦*¹, 栗木 茂*², 大島佳保里*³, 上柳 燎平*¹

Takahiko SUZUKI, Shigeru KURIKI, Kaori OSHIMA and Ryohei UEYANAGI

Greening and biotopes are attracting attention as countermeasure technologies for urban structures and green infrastructure. The studies made so far in the construction field, regarding greenery for building walls, vegetation on the premises and the creation of biotopes have put focus on thermal effects. There have been, however, few studies involving basic surveys to ensure a biodiversity-oriented planning and design through scrutinizing the method of procuring young trees and plants to be planted at an earthwork project site and as well as vegetation maintenance.

The current trend is the use of native species and local native plants for creation of biotopes and green areas, which is deemed to be desirable, and recommended by the guidelines for selecting native species as well as by academic societies.

To this end, a monitoring study was conducted to propose a comprehensive evaluation method of biotopes serving for planning of future biotopes and the maintenance thereof, by the use of a biotope about 200 m² at the site, which consists of local native species only.

As a result, it was confirmed that the flora included approximately 200 species two years since the completion of the biotope. Since the trees had not grown sufficiently, certain kinds of plants spread noticeably. Therefore, native plants, with excessive overgrowth, were selected for pruning. 12 kinds of birds, 13 kinds of dragon flies, and 19 kinds of butterflies were confirmed to live in the area and this is proof that a good environment was established there.

Keywords: Local native plant, biotope, Biodiversity, Monitoring, Ecosystem

地域性在来植物, ビオトープ, 生物多様性, モニタリング, 生態系

1. はじめに

近年, 全国各地で集中豪雨が発生し, 甚大な被害をもたらす。その都市型構造の対策技術やグリーンインフラとして, 緑化や生態系の利用が注目されている¹⁾。さらに, 生物多様性の保全という観点から生物が生息する様々なビオトープや緑化された空間が増えることによって, 生態系のネットワーク(エコロジカルネットワーク)の形成が期待されている²⁾。

建物の壁面緑化, 敷地内の緑化・ビオトープに関する建築分野での既往研究は, 主に熱的効果に関するものが主で, 造成場所の植栽の調達方法やその維持状況を観察し, 生物多様性の保全を考慮した計画設計を策定するための基礎的調査を行ったものは少ない。既往の研究³⁾では, 特定の植物や生物種を対象としているため, 植物と生物の相互関係が不明確であること, 短期的なモニタリングであり, 長期にわたりモニタリング・実測した報告事例が少なく, 植物を設置した後の維持管理や衛生面での管理課題について, 詳細な調査を行い今後の計画設計に資するデータにはなっていない。

そのような背景の中, 本調査研究は, 敷地内に設置した地域性在来植物ビオトープを対象に, (1)生態系指標種を定め, 地域性在来植物の育成状況, 生物の生息・飛来状況の確認, (2)水・エネルギーを指標としてビオトープ池の水質変化, 周辺環境の温度変化, (3)維持管理指標として植栽の剪定量や作業時間, 3つ軸に評価項目に用いて, 今後の計画・維持管理に役立てるため, 総合的なビオトープの評価方法を提案することを目的にモニタリング調査を行った。

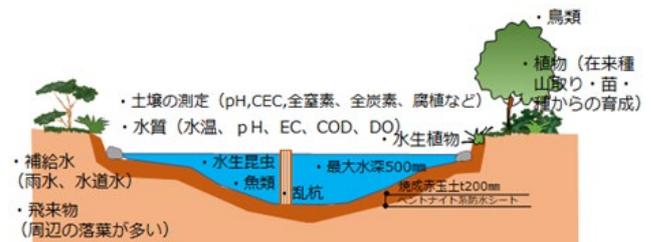


図1 ビオトープのモニタリング・管理手法の概念図

以下, ビオトープの全体概要と2年間のモニタリング結果について報告する。

2. ビオトープの概要

対象としたビオトープは, 全ての植物をつくば地域の在来植物としているため, 地域性在来植物ビオトープ「つくば再生の里」と名付けた。所在地は茨城県つくば市の社有地であり, 2018年11月に竣工した。写真1は, 2020年に撮影した航空写真である。周辺環境は, かつて樹林や畑などの緑地が面として広がる地域だったが, 開発に伴い道路や駐車場等が建設され, 緑が減少傾向にある。敷地面積は約22,000 m²あり, 約160本の高木と芝地が広がっている。写真2にビオトープの外観(2020年8月)を, 図2に管理エリア, 表

*1 戸田建設株式会社技術開発センター 修士(工学)

*2 戸田建設株式会社技術開発センター

*3 戸田建設株式会社技術開発センター 修士(農学)

Technology Development Center, TODA CORPORATION, M.Eng.

Technology Development Center, TODA CORPORATION,

Technology Development Center, TODA CORPORATION, M.Agr.

1 にビオトープの概要を示す。造成した場所は、元々、受水槽設備の周囲を生垣で囲み、その付近にはヤマユリなどが咲く里山のような雰囲気があった。ビオトープの周囲は、南・東・西面は隣接する建物がなため、日射は入りやすい。北面は芝地になっており、建物を挟んでさらに芝地となっている。池の水はポンプを用いて循環し、木炭で浄化している。築山には、池を掘った時の土を利用し、地表面は焼成赤玉土で覆った。池の部分には防水シートを敷設した。

表 2 に植栽リストを示す。植物は、ビオトープから 10 km 圏内にある田畑・山林から調達した。高中低木は移植し、地被植物と水生植物は、育成した苗を植えるとともに、収集した植物から播種した。また、落ち葉についても樹木の移植で山林から収拾し、表土を覆った。

3. ビオトープの目標設定

表 3 に各エリアの目標環境を、表 4 に各エリアの指標種を示す。水辺、草地、樹林3つのゾーンそれぞれに、記載の植生、植物、動物が息をすることを目指している。目標環境は、水辺、草地、樹林ゾーンのそれぞれ在来種の植物が生育し、水辺ではトンボや小魚の生息、草地ではバッタ類が息を、樹林では鳥類が留まり、林床に地被植物が生える環境を目標としている。植物の指標種は、造成時に植え、育成中である。動物の指標種については、良好な樹林環境が創出されることで誘致が期待できる種を選定した。昆虫の重要種は、同じ敷地内における既往の研究と同様に茨城県の準絶滅危惧種である 2 種とした。当ビオトープを整備前は、草地の状態で生息していた植物を保全することを目的に地域で見られるチガヤやアキノエノコログサなどの在来種からなる草地が広がっていた。

4. モニタリング概要

表5にモニタリングの項目と実施年月を示す。その土地の自然環境を把握するには、植物の生育や動植物などが活発になる早春と初夏を加えて年6回とすることで、より詳細に変化を確認できる。実際には、年の気候によって左右するため、1年限りではなく、継続的に実施することで、種数の増減から本ビオトープの変化を経年的に把握できると考え、以下の調査を実施した。モニタリング時は、有識者と調査を行い、ビオトープのエリアを水辺・草地・樹林の3つに分け、記録した。

4.1 植物相（フロラ）の変化

植物の活着や育成状況を把握するため、植物相（フロラ）についてモニタリングを実施した。可能な限り植物の前まで踏査し、目視により記録した。重要種については位置等を記録し、写真撮影を行った。

4.2 動物類の調査

4.2.1 鳥類の調査

鳥類調査は、ビオトープを可能な限り踏査し、目視及び鳴き声等により確認された種を記録した。なお、出現した種の個体数、行動（繁殖行動）を記録した。

4.2.2 昆虫類の調査

昆虫類調査は、主にトンボ類とチョウ類を対象に行ったが、その他の昆虫についても特徴的な種を任意で記録した。直接観察及び採



写真1 対象地域の周辺環境
(黒枠が敷地内、橙色が対象のビオトープ)

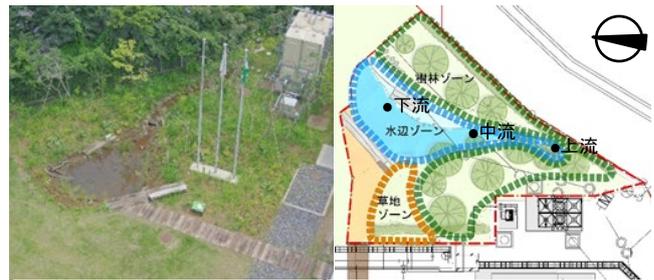


写真2 ビオトープ外観

図2 ビオトープ平面図

表1 ビオトープの概要

所在地	茨城県つくば市
特徴	・植栽した植物は、全て地域性在来植物を利用。 ・土の表面には、焼成赤玉土を利用し、なるべく植栽した植物以外の植物が育成しないよう工夫。 ・資材も市内から調達した。
全体の面積	200㎡
池の面積	35㎡
竣工年	2018年11月

表2 植栽リスト

草本・大木	エリア	植栽方法	主な種類
大木	樹林	山取り	エゴノキ、エノキ、シラカシ、コナラ、ホノノキ、ムクノキ、ニガキ、コブシ、ガマズミなど
		苗	イヌツゲ、アオキ、ウツギ、ヤツデ、マサキマンリョウ、ヤマツツジ、ネツミモチなど
		播種	ニガイチゴ、フジなど
	水辺	苗	アカメヤナギ、クコなど
草本	樹林	苗	ベニシダ、ジャノヒゲ、チゴユリ、ヤブラン
	草地		クサソテツ、ミゾハコベ、フキ、ススキ、キカシグサ、ハナビゼキショウ、ウリカワ、イセリ、アゼナ、コナギ、コウガイゼキショウ
	水辺	播種	スズメノヤリ
	樹林		チガヤ、イヌタデ、アキノエノコログサ
草地		タマガヤツリ、ヒデリコ	
	水辺		

表3 水辺・草地・樹林の目標環境

エリア	水辺	草地	樹林
植生	イグサ・セリ等の低湿性草地	シバを中心とした草地	コナラ等を主体とした雑木林
植物	イグサ・セリ・コガマ	シバ・ススキ	コナラ・クスギ・シラカシ等
動物	イトトンボ類 チョウ類、トンボ類	バッタ類、チョウ類	コゲラ、ヤマガラ、メジロ、ショウビタキ

取により実施した。調査範囲全域において、可能な限り踏査し、任意観察、目撃及び採取のほか、食痕により種を記録した。

4.3 植物（外来種）の除草調査

モニタリング後に外来植物を中心に選択的除草を実施した。在来種については、植栽起源からの逸出種や植栽した他の植物に影響を及ぼす種については除草を実施した。

4.4 水質調査

表 6 に水質評価指標と判定基準を示す。池の水質が悪化することにより、生物環境や景観の劣化、悪臭を引き起こすことも考えられるため、吐水口からせせらぎの上流、中流、池の中央部の 3 地点の表層水（水深 5~10cm）を集水し、水質調査を行った。また、水辺の土壌と水辺以外の土壌についても年 1 回の頻度で調査した。

5. モニタリング結果

5.1 植物相（フロラ）の変化

図 4 にエリアごとの植物相（フロラ）種を示す。モニタリング時に同定可能なものをカウントしている。落葉期の幼木は、見分けがつかないため種数に入っていない。草本の場合、種によって生育期間が異なるため、春に花が咲き夏までに枯れる種類、夏に咲き秋に枯れる種類があるため、種数が変動している。年間を通して確認した植物は、季節が変化すると 2019 年 6 月は 160 種、2019 年 12 月には約 100 種となり、季節によって種数に差があった。植物が多く確認できる季節は夏から秋にかけてで、200 種類以上であった。年度の経過によって 2018 年は 92 種、2019 年と 2020 年は 200 種と増加した。2019 年と 2020 年の各月を比較すると、どの月においても 2020 年の方が樹林・草地エリアで多くの種数を確認しているが、水辺エリアについては、8 種類減少していた。

5.2 動物類の調査結果

5.2.1 鳥類

表 7 に鳥類の調査結果を示す。2019 年の調査で確認された鳥類は 3 目 9 科 9 種、2020 年は 4 目 11 科 12 種である。2019 年に飛来した鳥類については、今後もビオトープの利用をする可能性があるため、ビオトープに近い樹林ゾーンの敷地外についてもカウントし、近隣ではオオタカが生息し、飛来する可能性があるため、上空についても確認した。指標種は 2019 年 6 月にコゲラ、2020 年 10 月にヤマガラを確認した。水辺ではシジュウカラやヤマガラ、樹林ではメジロやスズメなどが確認された。

5.2.2 昆虫類

表 8 にトンボ類、チョウ類とバッタ類のモニタリング結果を示す。昆虫類全体は、2019 年は 9 目 35 科 67 種で、2020 年は 7 目 27 科 55 種が確認された。同じ敷地内の既往のモニタリング⁶⁾と比較して様々な種類の昆虫を確認した。重要種に該当する茨城県の準絶滅危惧種のキイトンボ、ショウリョウバッタモドキの 2 種を確認した。トンボ目は 2019 年が 13 種、2020 年が 9 種、チョウ類は 2019 年が 13 種、2020 年が 12 種、バッタ類は 2019 年が 18 種、2020 年が 22 種を確認した。2019 年にトンボ類が多く確認されたのは、造成時に移植した植物や魚類の放流時に移入した個体が含まれた可能性がある。

表 4 各エリアの指標種

エリア	水辺	草地	樹林
植物	イグサ セリ	アキカラマツ チガヤ	ヤマユリ ウグイスカグラ
昆虫	クロスジギンヤンマ クロイトトンボ キアゲハ ケラ	ショウリョウバッタモドキ オナガササキリ ヒメウラナミジャノメ	ゴマダラチョウ ウラナミアカシジミ タマムシ クロカナブン
	(重要種) キイトンボ、ショウリョウバッタモドキ		
鳥類	コゲラ、ヤマガラ、エナガ、ルリビタキ		

表 5 モニタリングの項目と年月

項目	調査項目	調査方法	春	初夏	夏	秋	冬	初春
			2019年度					
			4/16	6/18	8/21	10/16	12/17	3/11
			2020年度					
			5/21	6/25	8/25	10/27	12/15	3/10
植物	植物相	任意踏査により植物相を把握	○	○	○	○	○	○
	植栽種	植栽種の生育状況を把握	○			○		
	外来種	外来種の記録と除草作業	○	○	○	○	○	○
動物	昆虫類	調査範囲全域において任意踏査を行い、目撃・採取により記録する。	○	○	○	○		
	鳥類・その他動物	目視と鳴き声の確認により行う。その他の動物（両生類、爬虫類、哺乳類等）調査時に目撃した場合に必要に応じて記録する。	○	○	○	○	○	○
水質	水温、pH、EC、COD、DO	上流、中流、池の中央部の3地点の表層水（水深約5~10cm）を計測する。	○	○	○	○	○	○

表 6 水質評価指標と判定基準

名称	pH	EC	COD	DO
	水素イオン濃度	電気伝導率	化学的酸素要求量	溶存酸素
単位	なし	mS/cm	mg/L	mg/L
計測機器	HORIBAコンパクト pHメーター-LAQUA twin pH-B-71X	HORIBAコンパクト pHメーター-LAQUA twin EC-B771	共立理化学研究所 水質バクテテスト ZAK-COD-2	HORIBAコンパクト 溶存酸素系 LAQUA actOM-71
指標の説明	池水の酸性(7.0以下)中性(7.0)、アルカリ性を(7.0以上)で表す。	河川での平均的な値は10ms/m程度	水中の有機物などが酸化剤で参加される際の酸素消費量	池水に溶解している酸素量で水の汚れが進行すると含有量が減少する。
判定条件 ^{注)}	AA: 6.5以上8.5以下 A: 6.5以上8.5以下 B: 6.5以上8.5以下 C: 6.0以上8.5以下	基準なし	AA: 1mg/L以下 A: 3mg/L以下 B: 5mg/L以下 C: 8mg/L以下	基準なし

注)生活環境の保全に関する環境基準(湖沼)⁷⁾

AA:水道 1 級、水産 1 級、自然環境保全 A:水道 2、3 級、水産 2 級、水浴、B:工業用水 1 級、水産 3 級、農業用水、C:工業用水 2 級、環境保全

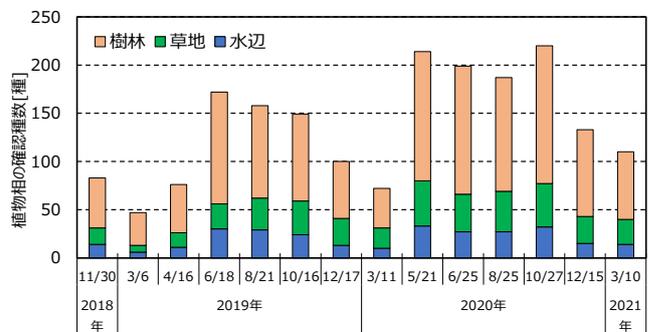


図 4 エリアごとの植物相

表7 鳥類のモニタリング結果

No	目名	科名	種名	2019年					2020年					2021年	
				4月16日	6月18日	8月21日	10月16日	12月17日	3月11日	5月21日	6月25日	8月25日	10月27日	12月15日	3月10日
1	ハト	ハト	キジバト		樹林		樹林					上空	樹林	上空	
2	ペリカン	サギ	タイサギ									上空			
3	キツキ	キツキ	コガラ		樹林						敷地外				
4	スズメ	カラス	ハシブトガラス		上空					上空		上空			敷地外
5	スズメ	シジュウカラ	シジュウカラ	樹林	水辺	樹林	水辺	樹林	水辺	樹林	水辺	樹林	水辺	樹林	水辺
6	スズメ	シジュウカラ	ヤマガラ									敷地外		樹林	水辺
7	スズメ	ツバメ	ツバメ								上空				
8	スズメ	ヒヨドリ	ヒヨドリ	上空	上空		上空	上空	上空	上空				上空	樹林
9	スズメ	メジロ	メジロ			樹林				樹林		敷地外	樹林	水辺	敷地外
10	スズメ	スズメ	スズメ	樹林	樹林					樹林		敷地外	樹林		
11	スズメ	アトリ	カラカシ	樹林	樹林	樹林	樹林	水辺	樹林	上空	上空	敷地外	樹林		水辺
12	スズメ	ホオジロ	ホオジロ		樹林	樹林	樹林						樹林		

水辺ではトンボが、示威行動や雄雌ペアで盛んに産卵する姿が観察された。既報と比較して、水辺エリアの在来植物の種類が多いため、多種多様な飛来が確認できたと考えられる。

5.3 植物（外来種）の除草量の結果

図5に2019年と2020年の除草量を示す。植栽種以外で増えた外来種の種類は2年間で19種類、特に多い種類を図に示した。一番多いのは、セイダカアワダチソウ、次にセイヨウタンポポの順である。ヒメジョオンは暖かくなる5月から8月に多く確認した。また、在来種の中でも、早く繁茂し、植物を被圧する恐れのある10種類を除草した。図6に在来種の除草量を示す。2019年よりも2020年の方が多く生い茂り、特に、2020年は、ヨモギやフキの繁茂が著しい状況であった。まだ樹木が十分に成長していないため、明るい環境となっており、特定の種類が多く育成していると考えられる。イヌシデ等の樹木の種子が鳥や風により飛来したと考えられる。クズなどの草本の場合は、近隣からの侵入や周辺から風などによって運ばれると推測する。

5.4 水質調査の結果

図7に平均気温とモニタリング実施日の池の水温を示す。平均気温は気象庁つくば観測所の1日の平均値であり、プロットした記号はモニタリング日のビオトープでの気温と水温である。中流は、上流や下流と比較して水深が浅いため、季節の気温の変化に影響を受けやすい。図8に1日の降水量の合計と電気伝導率ECを示す。EC値が0.2~0.40mS/cm以内では植物の育成に適している。降雨の影響がないときは0.30mS/cmであり、測定日の当日もしくは前日に降雨があった時に値が下がり、0.15~0.20mS/cmであった。図9に池の水、ビオトープ池の土、盛土の土のpHを合わせて示す。焼成赤玉土を用いているため、ビオトープ池の土は弱酸性で、ビオトープ内の土は7.5で中性であった。池には藻類が発生していることから、光合成によって、pHが概ね7.5~8.0となった。4.2植物相の報告の中で、水辺の植物相の減少が見られたが、外部の要因が水質の要因が確認できていないが、水質劣化が進行しないように注意し、藻の除去など必要な対応を検討する。

表8 トンボ類・チョウ類・バッタ類のモニタリング結果

No	目名	科名	種名	調査日(月,日)								
				2019年				2020年				
				4/16	6/18	8/21	10/16	5/21	6/25	8/25	10/27	
1	イトトンボ	トンボ	キイトンボ		○	○				○	○	
2			ホソミツネイトンボ						○	○		
3			アジイトンボ									
4			アオモンイトンボ									
5			アオイトンボ	アオイトンボ								○
6	ヤンマ	トンボ	クロシギヤンマ					○				
7			ギンヤンマ				○					
8			シヨウジョウトンボ					○				
9	トンボ	トンボ	シオカラトンボ				○				○	
10			オオシオカラトンボ	○	○							
11			ナツアカネ				○					
12			アカアカネ				○					○
13			メシトトンボ				○					○
1	スズメガ	セセリチョウ	オオスカシバ			○						
2			ダイミョウセセリ									
3			イチモンジセセリ									
4	シジミチョウ	チョウ	オオヤバネセセリ									
5			ルリシジミ		○						○	
6			ウラギンシジミ	○	○	○					○	○
7			ツバメシジミ									○
8			ベニシジミ	○	○							
9	アゲハチョウ	チョウ	ヤマシジミ本土亜種	○	○	○	○	○	○	○	○	
10			アゲハ								○	
11			モンキチョウ				○					○
12			キタキチョウ	○	○	○	○					○
13			スジグロシロチョウ	○								
14	タテハチョウ	チョウ	モンシロチョウ					○				
15			アカボシゴマダラ		○		○					
16			ツマグロヒョウモン									○
17			ルリタテハ本土亜種	○			○					
18			サトキマダラヒカゲ									
19	キタテハ	○			○					○		
1	ツユムシ	バッタ	サトウグサモドキ					○	○	○	○	
2			ツユムシ	○	○	○	○	○	○	○	○	
3			ウスイロササキリ				○					
4	キリギリス	バッタ	ホシササキリ				○	○				
5			クビキリギリス				○	○			○	
6			クサキリ									
7			ヤブキリ	○							○	
8			モリオカメコオロギ				○					
9	マツムシ	アオマツムシ				○				○		
10	ヒバリモドキ	バッタ	ウスグモスズ								○	
11			マダラズ		○	○	○			○	○	
12			シバズ					○				
13			キアシヒバリモドキ					○				
14			シヨウジョウバッタ		○	○	○			○	○	
15	バッタ	バッタ	ヒナバッタ	○	○			○	○	○		
16			シヨウジョウバッタモドキ				○				○	
17			クルマバッタモドキ								○	
18	イナゴ	バッタ	イボバッタ				○					
19			ハネナガイナゴ		○	○					○	
20			ツチイナゴ		○	○	○			○	○	
21	ヒシバッタ	バッタ	オンブバッタ		○	○				○	○	
22			ヒシバッタ		○						○	
23			ハネナガヒシバッタ						○			
24	ノミバッタ	ノミバッタ		○						○		

6. まとめ

本調査研究は、総合的なビオトープの評価方法を提案することを目的にモニタリング調査を行い、ビオトープの概要とモニタリング結果について報告した。得られた知見は以下の通りである。

- 1) 植物相は、竣工2年が経過し、播種した植物も確認でき、約200種類の植物を確認することができた。
- 2) 植栽した地域性外来植物以外に生えてきた外来種は、2019年よりも2020年の方が多かった。また、他の在来種の育成に影響しそうなクズ、フキ、ヨモギについては、選択除去した。
- 3) 既往の研究と比較して、水辺エリアの面積が広く在来植物の種類が多いため、多種多様な鳥類や昆虫類の飛来が確認できたと考えられる。
- 4) ビオトープ池の土は焼成赤玉土を用いているため、弱酸性であるが、池には藻類が発生し、光合成の影響から概ねビオトープ池のpHが7.5~8.0であることを確認した。

今後も継続してモニタリングを行い、生態系（生物多様性）などの生物的な要因と雨水や地形や土壌などの非生物的な要因の相互作用を検討する。

参考文献

- 1) 社団法人日本建築学会ホームページ：地球環境・建築憲章
- 2) 岩浅有紀；国土交通省におけるグリーンインフラの取組について，応用生態工学会，(会誌)応用生態工学 Ecology and Civil Engineering, トピックス, 18 (2), pp.165-166,2015
- 3) 徳江義宏他；都市域のエコロジカルネットワーク計画における動物の移動分散の距離に関する考察，日本緑化工学会誌 37(1), 203-206, 2011-08-31
- 4) 松本綾乃他；建築物に付随する小規模緑化空間の環境特性と鳥類 生息の関係，ランドスケープ研究 80 (5), pp.735-738, 2017
- 5) 李承恩他；トンボ類を指標生物とした都市域におけるビオトープの空間的特性の評価,土木学会論文集, No.671/VII-18, pp.1-pp.11, 2001-2
- 6) 鈴木孝彦他；屋上ビオトープに関する研究（その3）竣工後16年間のモニタリング調査結果，戸田建設株式会社技術研究報告第44号，2018.11
- 7) 武田育郎；水と水質環境の基礎知識，水質汚濁に係る環境基準，別表2 生活環境保全に関する環境基準（湖沼），オーム社

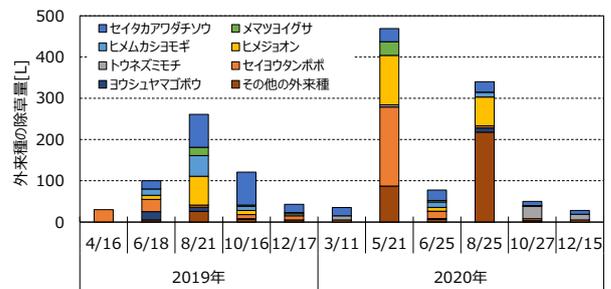


図5 外来種の除草量

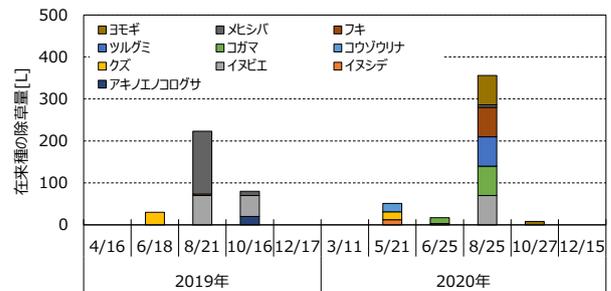


図6 在来種の除草量



図7 平均気温と調査日の池の水溫

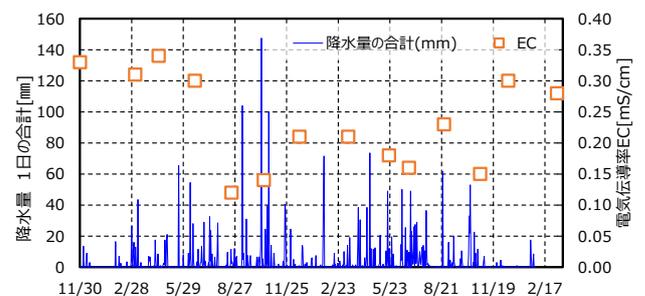


図8 1日の降水量と電気伝導率の関係

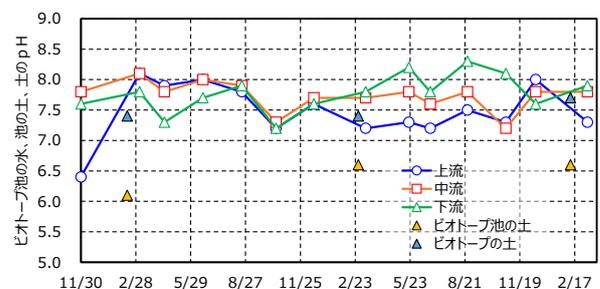


図9 水素イオン濃度 pH(池の水、池の土、土)