



キーワード：バラ, 農薬, 無農薬栽培, 無化学肥料栽培, 都市緑化, 生物多様性, SDGs, グリーンインフラ, 都市型ミティゲーションバンク

1. 研究背景と研究目的

近年、開発が進んだ都市域では緑が減少し生態系のハビタットが損失したことにより、生物が減少の一途をたどっている。推定方法にもよるが、全世界では年間40,000種の生物が絶滅しているという¹⁾。また、本研究の実証実験を行った横浜市の緑被率に至っては1982年に40.3%であったのが、2019年には27.8%と大幅に減少している²⁾。このような失われた自然を復元、創造するために、最近では都市域における屋上緑化や壁面緑化などの緑化が提案されている。また、その他の緑化手法として公園緑地がある。一般的な公園管理には農薬を使用することは少ないが、バラが植栽されている公園では多くの場合、農薬が使用されている。しかしながら農薬は現在でも、人体や環境、生態系に大きな影響を及ぼしている。有機塩素系殺虫剤などの殺虫剤は比較的安定な化合物であり、環境中に長期間にわたって残留することが確認されている³⁾。また、化学肥料の使用も環境や生態系に影響を及ぼすことが確認されている。化学肥料は土中の微生物に被害を及ぼし、それにより土中の生態系が崩れ、土の保水力や保肥力を失う。施肥された化学肥料は植物が吸収しきれず、地下水に流れ、環境を汚染してしまう。国外では無農薬でバラ栽培を行っている国もあるが、多雨、湿潤、日照不足である日本では、現代バラのほとんどの品種が病気に侵され、害虫の被害にさらされている⁴⁾。このように、日本ではバラ栽培に農薬を使用することは必須であると一般的に考えられている。本研究ではグリーンインフラとしての都市型ミティゲーションバンクの検討として、バラの無農薬・無化学肥料栽培の実証実験を行った。

人が芳香性のあるバラを安心して楽しみ、生態系に配慮した緑地が必要

実証実験を通してバラの無農薬・無化学肥料栽培の可能性を明らかにすることで、生物多様性配慮型緑化の基礎的資料とすること

2. 研究方法

- ① 近年検討されているSDGs、グリーンインフラ、都市型ミティゲーションバンクの整理
- ② バラ栽培に用いる農薬が及ぼす人体・生態系への影響と日本と諸外国の農業規制状況の比較に関する既往文献調査
- ③ バラの無農薬・無化学肥料栽培実証実験

3. 研究結果①ー近年検討されているSDGs、グリーンインフラ、都市型ミティゲーションバンクの整理

生物多様性に配慮した緑地には、都市公園、緑道、生産緑地、山林、河川など様々な形態があり、それらには物理的效果や心理的效果が期待され、都市における空間としての自然を代表している⁵⁾。2030年までの国際社会の共通目標として「持続可能な開発目標 (Sustainable Development Goals: SDGs)」がある (以下、SDGsと呼ぶ)⁶⁾。SDGsは17の目標から成り、大きく分けて「経済圏」、「社会圏」、「生物圏」の3つの層に分類され、それらはお互いに関連しあっている。図1で示したように、それらの土台となっている層は生物圏であり、これは経済や社会が生物に支えられているということを示している。よって、生物多様性に配慮することは人間活動にも寄与するとと言える。

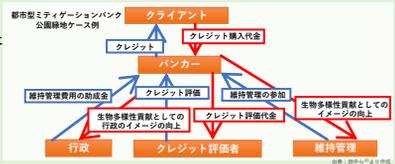
生物多様性に配慮した取り組みの例として都市型ミティゲーションバンクやグリーンインフラがある。グリーンインフラとは自然環境が有する機能を社会における様々な課題解決に活用しようとする考え方のことであり、2015年度に閣議決定された国土形成計画内では自然環境が有する多様な機能 (生物の生息地の場の提供、良好な景観形成) を活用するものとしている⁷⁾。そのほかにも、近年のグリーンインフラが自然生態系の多機能性を生かした防災減災技術として注目されてきている⁸⁾。また、都市における生物多様性配慮型緑地、開発によって失なわれる生物多様性の価値を他の場所で代償するという生物多様性オフセットおよびバンキングを応用するものを都市型ミティゲーションバンクという⁹⁾。



図1 SDGsの概念を表すウェディングケーキ
出典：Stockholm Resilience Centre¹⁰⁾

都市型ミティゲーションバンク導入の可能性

ミティゲーションとは、開発事業が環境に与える負の影響を回避、最小化、代償をさす用語で、環境アセスメント制度に位置付けられたものである¹¹⁾。近年、都市域における代償ミティゲーションでも多く行われているが壁面緑化や屋上緑化である。そのような緑化手法で生物多様性に配慮した無農薬・無化学肥料が重要になる。失われた生態系を人為的に復元・創出する際に補償された樹木や植物に農薬を考慮すれば、その影響により生態系がまた失われるという悪循環になってしまう。バンカーを開発事業内の屋上庭園や都市公園とすれば、都市型ミティゲーションバンク導入の可能性が広がる (右記参照)。



研究結果②ーバラ栽培に用いる農薬が及ぼす人体・生態系への影響と日本と諸外国の農業規制状況の比較に関する既往文献調査

バラ栽培に用いる農薬が及ぼす人体・生態系への影響

- 【人体への影響】
 - 農薬は昆虫や植物体内での化学反応の一部を阻害することによって効果を実現する。人体にも昆虫や植物と同じか、似た化学反応が起こっており、農薬が人体に入れば、昆虫や植物の時のように効果 (毒性) が現れる¹²⁾。
 - 1981年に福島県会津下町で、クロルピリン容器の腐食により漏れ出した薬剤が井戸水を汚染し7人(家)が咳、目の刺激等の中毒症状を示す事件があった¹³⁾。
 - 1977年に千葉県で、BPMEC・MEP複合剤の空中散布後に水田に立ち入った農業者が中毒死するという事件があった¹⁴⁾。
- 【生態系への影響】
 - 水産動物への影響
 - 鹿児島県下の河川で夏季に河口付近で汽水性魚類が大量に斃死する事故が多く、最近養殖中のハマチやクルマエビでもこのような事故が見られることから原因を調査した結果、有機リン系農薬が海産魚に対して強い毒性を有することを明らかにしている¹⁵⁾。
 - 有用昆虫 (ミツバチや天敵昆虫) への影響
 - ネオニコチノイド系農薬によるハチへの被害は後を絶たない。これによりEUでは2012年に温室を除く屋外の3種類のネオニコチノイド系農薬の使用を禁止した¹⁶⁾。

日本と諸外国の農業規制状況

表1 バラ栽培に用いる農薬の世界の規制状況

国/地域	規制状況
アメリカ合衆国	登録済みの殺虫剤は約100種類あり、そのうち約50種類が有機リン系殺虫剤である。
ヨーロッパ連合 (EU)	2012年にネオニコチノイド系殺虫剤の使用を禁止した。
中国	殺虫剤の使用量は世界的に最も多い国である。
インド	殺虫剤の使用量は世界的に最も多い国である。

表2 日本と欧州連合 (EU) の殺虫剤の規制状況比較

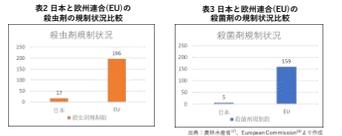


表1では、バラに発生する黒星病や灰色かび病などの腐敗、アブラムシ類やクダシバチアザミなどによる害虫それぞれ日本で使用されている農薬をまとめた。多くの国がそれらの農薬を規制している。表2、表3では、日本と農薬の規制が特に進んでいるEUの殺虫剤 (表2) と殺菌剤 (表3) の規制状況を比較した。殺虫剤ではEUが日本の約12倍、殺菌剤では約32倍も規制されている。

研究結果③ーバラの無農薬・無化学肥料栽培実証実験

実験1 バラ栽培における農薬の必要性に関する実験 (フェンス緑化)

一同一個体による農薬の有無に関する実証実験

対象地：東京都市大学 横浜キャンパス テニスコートフェンス
期間：2019年08月01日～2019年11月30日
対象種：モッコウバラ、ナニワバラ、ニュードーン、ハゴロモ、ロイヤルサンセット (12株)

方法：各株の枝を4エリアに区分けし、エリア①を管理なし、エリア②を剪定誘引等の風通しの管理、エリア③を農薬散布、エリア④を剪定誘引等の風通し+農薬散布とし、病害虫の発生状況を比較。実験開始時点で病害虫の被害がある葉は全て取り除き、その後の病害虫の発生状況を観察する。

結果：

- 病害虫の発生率は、エリア① (管理なし) で33.3%、エリア③ (農薬散布) では16.7%、エリア④ (剪定誘引による風通しの管理+農薬散布) では16.7%であった。これより、農薬の散布による病害虫への効果は確認されるが、農薬散布の有無に関わらず、病害虫は発生するということが考えられる。
- エリア② (剪定誘引による風通しの管理) では12株全において病害虫が一切確認されなかった。これより、剪定、誘引等の管理を続け風通しをよくすることは病害虫に対し有効であるということが考えられる。

表4 実験1の結果

エリア	病害虫が発生した割合
①管理なし	4/12 (33.3%)
②剪定誘引による風通しの管理	0/12 (0%)
③農薬散布	2/12 (16.7%)
④剪定誘引による風通しの管理+農薬散布	2/12 (16.7%)



図2 実験現場の様子



図3 チョウレンシバチによる食害



図4 クロケツツバチによる食害



図5 確認された黒星病

実験2 バラの無農薬・無化学肥料栽培実験 (ポール緑化)

生物多様性配慮型バラ栽培実証実験

対象地：元町百段公園 (横浜市 山手町)
期間：2018年12月10日～2020年07月05日
対象種：ルージュ・ビエール・ドゥ・ロンサール、クリスティアーナ (10株)
方法：様々な管理方法を試し、バラの無農薬・無化学肥料栽培の生長を観察する。

管理方法	手法
抵抗性品種の選定	病害虫に強い品種の選定を行う。
土壌改良	排水性・風通しに優れた土壌改良を行う。
剪定・誘引 (風穴法)	無作為な新枝の大量発生は植物の生長に影響を与えるため、余計な新芽や新芽は切る。また風通しを良くし、病害虫を防ぐ。
捕殺	虫を発見次第、捕らえて殺す。
分解生物の導入	ミネなど土壌を分解する生物を導入する。
共栄植物の植栽	共に植栽することでよい影響を与える植物を植栽する。
巣箱の設置	野鳥を誘致する。



図6 耐病性に強い種を選定したルージュ・ビエール・ドゥ・ロンサール (左) とクリスティアーナ (右)



図7 土壌改良前断面

結果：ルージュ・ビエール・ドゥ・ロンサールの生長過程



本実験ではバラの生長を妨げる原因となる病気や害虫の被害を防ぐため、農薬を使用する代わりに土壌改良や継続した管理等を実施した。害虫が発生した際には、捕殺やバラの近くの木に巣箱を設置することによる野鳥の誘致により、害虫の捕食を促した。

4. まとめと考察

研究結果①では近年検討されているSDGs、グリーンインフラ、都市型ミティゲーションバンクの整理を行うことにより、無農薬・無化学肥料栽培が生物多様性どのような関係にあるのかを明らかにした。研究結果②では、バラ栽培に用いる農薬による人体への影響を健康被害例、生態系への影響を生態系の攪乱を中心に明らかにした。日本のバラ栽培に使用されている農薬の世界の規制状況 (表1) より日本で行われている農薬は、様々な国で規制されていることが明らかになった。研究結果③の実験1では、農薬使用、剪定・誘引による風通しの管理によって病害虫の発生率の差異を明らかにした (表4)。実験対象の個体数は少ないが、病害虫の発生率は、農薬散布をせずに風通しの管理のみを行った場合が一番低いことが明らかになった。この結果より、農薬散布が病害虫を防ぐだけでなく、バラの持つ抵抗性や免疫力を低下させた可能性がある。今後は個体数を増やして調査をする必要がある。実験2では様々な管理方法を試し生物多様性に配慮したバラ栽培の生長を調査した。捕殺やバラの植栽後の生物的防除、維持管理を継続的に行うことにより多少の病害虫被害を受けたものの、バラはポール緑化に向けて生長し続けることが明らかになった。研究結果③の2つの実証実験は、バラの無農薬栽培の可能性を明らかにした。

5. 今後の課題

無農薬・無化学肥料栽培がグリーンインフラや都市型ミティゲーションバンクにおいてどのような影響があるのかを調査したがバラに焦点を当てた調査は行ってないため、今後はバラの無農薬・無化学肥料栽培がグリーンインフラ、都市型ミティゲーションバンクにどう寄与するのかを明らかにする必要がある。バラの無農薬・無化学肥料栽培実証実験では、農薬の有無による同一個体の病害虫の発生率は明らかになったが、個体ごとの違いは明らかになっていない。今後は都市公園で生物多様性配慮型緑化の一環として行う無農薬・無化学肥料栽培において病害虫に着目し定量的な分析をすることにより、無農薬・無化学肥料でのバラ栽培の有効性を明らかにする必要がある。