

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成24年 5月18日現在

機関番号：12501

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2009～2011

課題番号：21580027

研究課題名（和文） 特殊緑化環境下における土壌動態の解析

研究課題名（英文） Analysis of physical property and soil chemistry in the rooftop garden soil.

研究代表者

渡辺 均 (WATANABE HITOSHI)

千葉大学・環境健康フィールド科学センター・准教授

研究者番号：80301092

研究成果の概要（和文）：市販の屋上緑化薄層基盤土壌では、降雨や灌水によって施工初期から土中の栄養塩類の流出が確認された。土厚 10 cm の屋上緑化薄層基盤土壌 1 m² に換算すると 438～688 リットルの降雨もしくは灌水によって、土壌中のほとんどの栄養塩類が流出することが推計された。さらに、その土壌素材ごとに栄養塩類量を調査したところ、バーク堆肥に含まれる栄養塩類が最も流出していることが確認された。屋上緑化薄層基盤土壌はパーライト、ピートモス、ゼオライトを主体とした配合にすることで、シバの生育と品質を維持させながら、栄養塩類の流出量を低減できることが明らかとなった。

研究成果の概要（英文）：We confirmed that a large amount of fertilizer components in soil has been leached by rainfall or irrigation soon after completion in the case of the soil for rooftop garden. It was estimated that most of the fertilizer components in soil could be reached by 438 to 688 liters of rainfall or irrigation for one square meter of thin layer soil bed with 10 cm thickness. In addition, it was found that the components of bark compost had the tendency to be leached most after we examined the amounts of fertilizer components for each soil material and specified the cause of leaching. It became clear that we could construct rooftop gardens with less fertilizer leaching while maintaining growth and quality of the turf by using garden soil composition which did not contain bark compost such as perlite, peat moss and zeolite for thin layer soil bed of rooftop garden.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2009年度	2,400,000	720,000	3,120,000
2010年度	1,000,000	300,000	1,300,000
2011年度	500,000	150,000	650,000
年度			
年度			
総計	3,900,000	1,170,000	5,070,000

研究分野：農学

科研費の分科・細目：農学・園芸学・造園学

キーワード：花卉

1. 研究開始当初の背景

わが国における特殊緑化技術の多くは、都

市の環境問題への対応を主な目的としたものである。このような特殊緑化の多くは、施

工費用を極力抑え、植物や土壌のもつ蒸発散作用である物理的効果を主目的としている。この屋上緑化は、屋上の耐荷重の問題から植栽基盤を極力薄くし、軽量で排水性が高く、保肥力の低いパーライト・ピートモスなどを主体とした人工軽量土壌が用いられている。また、使用される植物素材は外来の耐干性（耐乾性）の強い多肉植物（セダム）やシバ、緑化樹などに限定されている。

これに対して研究代表者は、地上花壇で園芸家が行なっているようなきめ細かな植物管理技術を屋上緑化に応用した。これにより、地上の花壇と同様に多種多様な植物を植栽し、植物育成のために十分な量の水と肥料を与え、土壌および植物体からの蒸発散が行われる物理効果型屋上緑化の要素を併せもつ「精神効果型屋上緑化」を構築した。精神効果型屋上緑化は、四季折々に観賞可能な植物が植栽され、人々の精神的な安らぎや憩いの場、園芸療法の場を創出することを想定した。都市内における緑地の減少、都市公園の安全性の問題、高齢化社会における人々の余暇活動の増加、園芸福祉活動の場の創出として、建築物の屋上を多様な園芸活動の場として活用できることを提言した。また、植栽基盤、防風対策、灌水システムなどは、特殊緑化向けに設計されているが、基本的な管理技術は地上の緑化管理手法を踏襲したものであり、屋上独自の管理手法は確立されていない。研究代表者は、屋上花壇と地上花壇は環境のみならず、植物の生育、管理方法などにも大きな違いが見られることを示した。それは、①建築物の潜熱による冬季の植物体の生育促進、②水分ストレスおよび根域（土量）制限による植物体の矮性化、③植栽可能な植物種（浅根性の植物）が限定される、④土量により灌水量と灌水回数が異なる、⑤強風による植物体の生長抑制などが挙げられる。研究代

表者は植物の生育に応じた適切な灌水技術によって少ない土量の花壇でも、植物体を過度に繁茂させずに多くの植物種を適切な大きさとで管理できることを明らかに。しかし、このような特殊環境下での施肥管理に関しては、地上花壇の手法を単に踏襲しただけであり、これが適切な手法であるかは解明されていない。

2. 研究の目的

現在の特殊緑化（屋上緑化・壁面緑化）は少ないメンテナンスを想定した地上での造園施工・管理技術を踏襲しており、あらかじめ肥料を植栽前もしくは植物が生育する前に大量に土壌中に投入している。このため、土壌中の肥料成分のほとんどが植物体に吸収されず、降雨により雨水とともに土壌から流亡していると考えられる。本来、都市環境の改善が目的であるはずの都市緑化が、大量の肥料を浪費し、河川、湖沼や海域への窒素やリンの流出を促し、富栄養化をもたらしているとも捉えかねない。このような背景から、特殊緑化（屋上緑化、壁面緑化）において主流の数タイプに施工されている人工軽量土壌系、赤土系、泥炭系を用いて、実際に屋上にこれらの花壇を設置して、土壌の物理性、化学性のモニタリングを経年的、経時的に行い、さらに土壌の変化と植物の生育、流亡する肥料成分の分析と植物の生育との関連を解明し、環境に配慮した都市における適切な特殊緑化管理技術を構築することを目的とした。

3. 研究の方法

①特殊緑化に施工されている土壌の分析：実際に販売されている屋上緑化・壁面緑化土壌を集め、使用前の土壌の配合状況、物理性および化学性を分析する。その後、植物を定植せずに温室内で定期的に灌水しながら、土壌の経時的な化学性の変化（劣化）および灌水の余剰水の化学分析を行う。これにより、用土の特徴と土壌の肥料成分の流亡量を明らかにする。

②特殊緑化環境下での土壌水分および土壌成分の流亡を解析する：特殊緑化に主に施工されている3種類の土壌（人工軽量土壌系、赤土系、泥炭土壌系）を基本とする花壇を屋上に設置する。植物を植栽せずに用土の乾湿および土壌の物理性および土壌成分の経時変化を明らかにする。これにより、屋上環境下での土壌成分（窒素、リン酸、カリウム）の動態

状況を把握する。

③植物生育調査：3種類の土壌（人工軽量土壌系、赤土系、泥炭土壌系）にシバを植栽した区を設け、土壌の化学性と生育調査を行う。

④特殊緑化土壌の経年変化：実際に東京都内で施工された1～10年の経過した屋上花壇を選び、施工土壌の分類を行った後、年間管理履歴のはっきりしている屋上花壇を選び、土壌の物理性及び化学性を調査する。既知の地上花壇の分析データと比較しながら、屋上の土壌の経年変化と植物の生育状況を比較する。

⑤特殊緑化土壌管理技術の確立：上記の調査によって、土壌の種類ごとに経時的変化、経年変化と植物（シバと一年草花壇苗）の生育との関連性が明らかになる。

4. 研究成果

①特殊環境下での土壌水分および土壌成分の動態の解析

特殊緑化に施工されている主要な土壌である人工軽量土壌（パーライト+ピートモス）を基本とする数種の屋上緑化土壌を用いて、屋内で灌水を行ない肥料成分の流出量を調査した。その結果、用土厚10cmの屋上緑化薄層基盤花壇1㎡に換算すると438～688Lの降雨もしくは灌水で、用土中のほとんどの肥料成分が流出することが明らかとなった（図1、図2）。

さらに、屋上緑化土壌をその素材ごと分け、肥料成分流出の原因の特定を試みた。その結果、バーク堆肥の肥料成分量が最も高いことから、屋上緑化では保肥力と保水力を維持しつつ、肥料成分の初期流出を抑制する土壌設計が必要であることが明らかとなった。

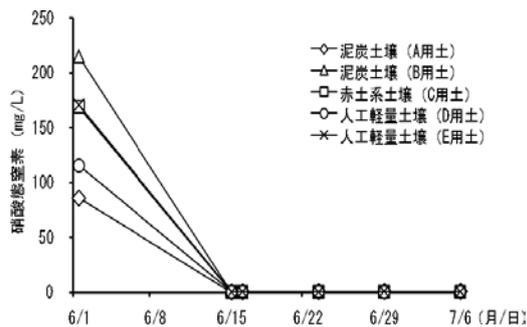


図1 流出水中の硝酸態窒素量の推移

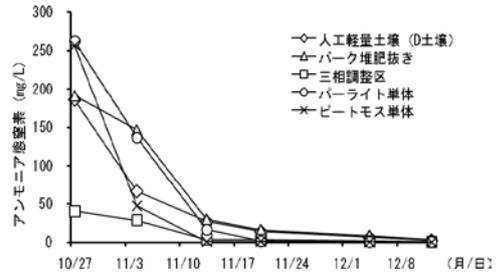


図2 流出水中のアンモニア態窒素量の推移

②生育調査

①の結果から、実際にシバを生育させた条件下で屋上緑化向けの数種の用土の検討を行なった。シバの生育および品質については、有意な違いは見られなかった（図3）。特にシバを用いた屋上緑化では、メンテナンスフリーもしくは低管理型が求められており、施肥量を抑制し、シバの緑を維持させつつ、植物体の伸長を抑制する土壌設計が必要であることが示された。

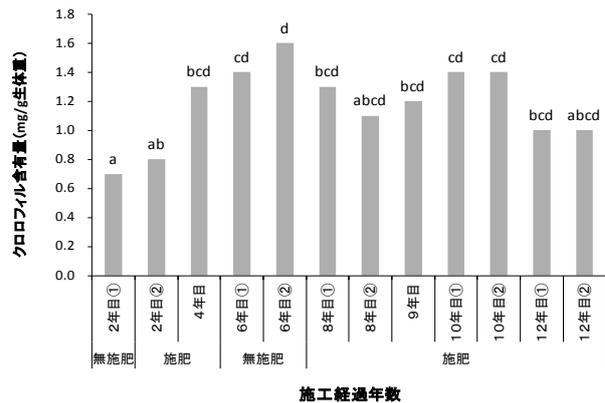


図3 施工経過年数毎のクロロフィル含有量

③特殊緑化土壌の経時変化、経年変化

施工後、1～10年が経過した屋上花壇（軽量土壌使用・シバ植栽）を数カ月おきに調査し、土壌調査と植物の生育状況の調査を行った。また、植栽されている植物の品質を評価した。その結果、パーライト主体の屋上緑化土壌では、経時的な用土の劣化は確認されなかった。これらのことから、コウライシバを植栽した屋上緑化薄層基盤軽量土壌では、窒素飢餓は発生しておらず、施工後はC/Nを維持しながら、土壌有機物が増加することが明

らかとなった (図4)。

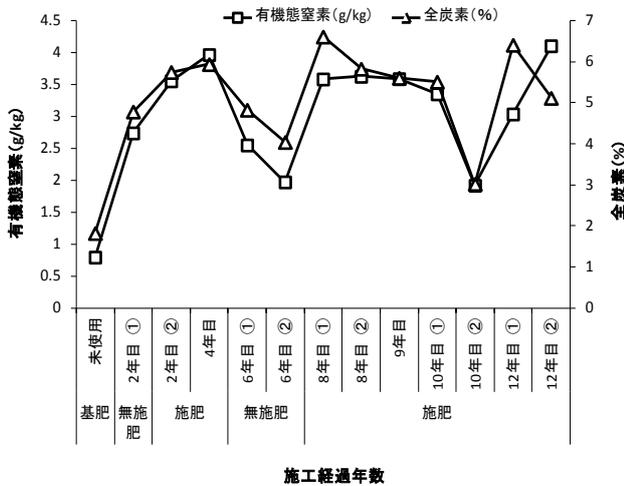


図4 施工経過年数毎の土壤有機物

これらのことから、屋上緑化土壤の設計は、肥料成分の流亡を抑制しながら、植物の種類や生育、品質維持を考慮した土壤設計と肥料の供給が必要であることが明らかとなった。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計2件)

①黒沼尊紀、橋本早織、千村隆太、横川晴昭、坂本一憲、渡辺均、屋上緑化薄層基盤軽量土壤の経年変化および栄養塩類の推移、日本緑化工学会誌、査読有、印刷中、2012

②渡辺均、山中典幸、横川晴昭、千村隆太、数種の屋上緑化薄層基盤土壤からの栄養塩類の流出について、日本緑化工学会誌、査読有、37巻、2011、78-83

[学会発表] (計4件)

①数種の屋上緑化薄層基盤土壤からの栄養塩類の流出について、渡辺均、山中典幸、横川晴昭、千村隆太、日本緑化工学会誌、査読有、37巻、2011、78-83

②渡辺均、山中典幸、千村隆太、石原竜彰、工村和生、吉岡孝治、屋上緑化薄層基盤における芝地の肥料成分流亡量の低減化に関する研究、園芸学研究、第9巻、2010、573

③千村隆太、久村和生、吉岡孝治、渡辺均、屋上緑化薄層基盤用土における芝地の施肥法に関する研究、園芸学研究、第8巻、2009、445

6. 研究組織

(1) 研究代表者

渡辺 均 (WATANABE HITOSHI)

千葉大学・環境健康フィールド科学センター・准教授

研究者番号：80301092