

論文審査の結果の要旨および担当者

報告番号	※	第	号
------	---	---	---

氏 名 神山 拓也

論 文 題 目

Green façades using kudzu (*Pueraria lobata*) vine for
improving thermal environment of buildings

(クズ (*Pueraria lobata*) を用いた壁面緑化による
建物の温熱環境改善効果)

論文審査担当者

主査	名古屋大学教授	山内	章
委員	名古屋大学教授	大蔵	聡
委員	名古屋大学准教授	田中	隆文
委員	名古屋大学助教	三屋	史朗
委員	名城大学准教授	吉永	美香

論文審査の結果の要旨

Green façadeとは、壁面緑化の一つであり、壁面の前面にネットや格子などの登はん補助資材を取り付け、つる性植物のつるを巻き付けて緑化する方法である。これまでに、Green façadeは、壁面温度や室内温度の減少を通じて、ヒートアイランド現象の抑制に貢献することが報告されてきた。しかし、その冷却効果を決めている植物の形質は、ほとんど着目されてこなかった。そのため、農学や園芸学的視点から、植物による冷却効果に関わる形質を同定し、さらに、その形質を効率的に改善させるための育種や栽培技術を確立することが焦眉の課題となっている。

そこで、本研究では、Green façadeの冷却効果を規定している植物の発育学的、生理学的形質を同定し、さらに、その形質による効果を最大限に発揮させるための栽培技術の検討をおこなった。Green façadeの冷却効果は、主に、植物の被覆による日射遮蔽効果(日射遮蔽効果)と蒸散による冷却効果(蒸散冷却効果)で構成されている。そして、日射遮蔽に関わる形質としては、壁面積あたりの葉面積や葉の日射透過率が関わりと報告され、蒸散冷却に関わる形質としては、蒸散速度や葉温が関わりと考えられている。

そこで、第1章では、冷却効果を実験用模擬壁(高さ1.8、幅0.91、厚さ0.013 m)の外壁面表面温度低減効果によって評価し、クズ(*Pueraria lobata*)を含む形態および生理学的特徴の異なる5種のツル性植物を用いて、外壁面表面温度を規定している形質の同定を試みた。水平面全天日射量が 0.1 kW m^{-2} 以上の時に、外壁面表面温度は、種間に共通して、茎の伸長促進によって決まる被覆割合に基本的に規定されていた。被覆割合および水平面全天日射量が同程度のときには、各葉の蒸散速度ではなく、日射透過率が規定していた。また、多年生のツル性植物の中では、クズの被覆割合が大きかったため、長期の被覆にはクズが適していることが示唆された。

つづいて、第2章では、十分に建築物(高さ2.6、幅3.65、奥行き1.83 m)を被覆した状態で、急激に蒸散を停止させ、実際の植物を用いて蒸散冷却効果の推定を試みた。つるを切断した後、約30分で個葉の蒸散速度の停止、また、その停止に伴う葉温の上昇を確認した。そこで、蒸散停止前後の内壁面表面および室内の温度差を、無植栽区の内壁面表面および室内の温度を基準として評価した。その結果、無植栽区の内壁面表面温度が 35°C 以上および $30\text{-}35^{\circ}\text{C}$ のときに、植物の蒸散冷却が内壁面表面温度に及ぼす影響は、それぞれ 0.71 と 0.43°C 、日射遮蔽効果が内壁面表面温度に及ぼす影響は、それぞれ 5.26 と 1.90°C と算出された。また、植物の蒸散冷却および日射遮蔽効果が室内温度に及ぼす影響は、無植栽区の室内温度が 30°C 以下のときに、それぞれ 0.07 と 0.54°C と算出された。以上の結果から、蒸散冷却効果が建築物の室内温熱環境へ及ぼす影響は、日射遮蔽効果に比べ著しく小さいことがわかった。

第1章、第2章で、日射遮蔽効果がGreen façadeの冷却効果の大部分を占めていることを明らかにした。そして、第1章では、被覆割合と外壁面表面温度低減効果との定量的関係を示すことができた。しかし、被覆割合と室内温度低減効果との定量的関係は示されてい

ない。今後、冷房負荷を低減するためには、両者の関係を定量的に評価することが必須である。一方、近年、夏期の畜舎内の高温は家畜の生産性を著しく低下させ、都市近郊の畜産経営を圧迫している。そのため、革新的な畜舎の冷却技術の確立が急務の課題である。そこで、第3章では、壁面緑化の畜舎への応用を目指し、圃場に模擬畜舎(高さ2.6、幅3.65、奥行き1.83 m)を設置し、被覆割合と室内温度低減効果との関係を調べるとともに、クズを用いた緑化技術の畜舎への適用可能性を調べた。一年間ポットで栽培したクズの苗木(一年生の苗木)は、7月までに3.5 mまで伸長した。また、標準的な畜舎の壁面の高さが約3 mであることから、夏までに一年生の苗木は十分標準的な畜舎の壁面を覆えることが明らかとなった。さらに、全天日射量が 0.2 kW m^{-2} 以上のときに、被覆割合の増加に伴い、室内温度が低下すること、日射量の増加に伴い、両者の回帰直線の傾きが増加することがわかった。最大の室内温度低減効果は、全天日射量が $0.8\text{-}1.0 \text{ kW m}^{-2}$ 以上で、被覆割合が43.9%のときに、 3.44°C であった。以上より、一年生のクズの苗木を用いた緑化技術により、畜舎を冷却できる可能性が示唆された。

最後に、第4章では、この被覆割合を増加するのに適した植栽間隔を評価することを目的とした。また、植栽間隔が狭いときには、水分への個体間競争が生育を制限しているのかどうかについても、灌水の有無により評価した。圃場に設置した建築物(高さ2.6、幅3.65、奥行き1.83 m)の南面に、400、800、1200 mmの植栽間隔で、それぞれ6、5、3個体ずつ移植した。さらに、灌水の有無により、葉のどの形質が変化するかを調べるために、ポット試験をおこなった。2年の南面全体の被覆割合の値から、灌水の有無に関わらず800 mm間隔が最も被覆割合を増加させるためには適していることがわかった。また、ポット試験の結果から、10%の土壤含水率条件下での総葉面積は、他の含水率条件下での値に比べ有意に小さかった。そして、これは、葉数の低下ではなく、個葉の葉面積の低下に起因していることが示唆された。そこで、圃場での個葉葉面積および葉数を調べたところ、灌水をおこなった年の個葉葉面積の値は、おこなわなかった年の値に比べ大きかった。さらに、灌水をおこなわなかった年の400、800 mm間隔の個葉葉面積は、1200 mmの値に比べ有意に小さかった。これらの結果は、植栽間隔が狭いときには、灌水が水分への個体間競争による生育の制限を緩和し、被覆割合を増加させる可能性を示唆している。

これらを通じて、本研究は、**Green façade**における植物のそれぞれの形質の冷却効果への貢献度を定量化し、さらに、その冷却効果を増加させるための栽培技術を提案した。

以上のように、**Green façade**における植物のそれぞれの形質の冷却効果への貢献度を定量化し、さらに、その冷却効果を増加させるための栽培技術を提案し、今後の壁面緑化技術の向上に大きく貢献すると認められる。したがって審査委員会は、本論文が博士(農学)の学位論文として十分な価値があると認め、論文審査に合格と判定した。