

京都大学	博士（ 地球環境学 ）	氏名	張 林瀛（チャン リンイン）
論文題目	Study on Environmental Mitigation Function of the Rain Gardens in Japan （日本における雨庭の環境緩和機能に関する研究）		
（論文内容の要旨）			
雨庭は近年、都市域における環境緩和手法の一つとして日本でも認識されつつあるグリーンインフラの一つである。しかし、雨庭が持つ環境緩和機能に関しては十分な知見が得られていないことから、都市域でこの機能を発揮させるための基準は十分に示されていないのが現状である。本論文は、日本における雨庭が環境にもたらす効果を明らかにすることを目的として、大学キャンパスのスケールでは実際の雨庭におけるモニタリングを、行政区のスケールでは実測値によるシミュレーションを、それぞれ行い、異なるスケールで得られた環境緩和機能に関する研究成果を統合し、日本における雨庭のあり方を検証したものである。本論文は6章からなり、以下のような内容となっている。			
第1章は序論であり、世界で顕在化している都市域における深刻な気象災害について言及し、その解決方法の一つとして注目されている雨庭について概説している。また、日本における雨庭の環境緩和機能に関する研究の不足を指摘し、その解明を行うことの重要性を示した上で、本論文の構成について述べている。			
第2章では、大学キャンパスで行われた小面積の2つの雨庭における雨水の貯留機能と浸透機能に関する測定結果を解析し、考察している。2つの雨庭のスケールやデザインと集水域面積の違いに起因してその能力には差が認められたが、測定期間中に降雨水が雨庭からあふれた回数は少なく、十分な雨水貯留・浸透機能があることが証明された。計算の結果、409.25㎡の集水域を持つ雨庭では109.54㎡の雨水を貯留する能力があることを示している。			
第3章では、同じ雨庭を対象にして行われた、洪水緩和機能に関する測定結果が解析され、考察が行われている。解析にはタンクモデルが適用された。その結果、雨庭の飽和透水係数は0.227cm/秒であり、大雨時でも出水のピークは2時間遅れることが示された。第2章の結果とあわせた試算から、時間降雨量100mmの強雨に対してもその60%の雨水がいったん貯留されることが示され、出水ピーク流量の緩和にも効果があることを明らかにしている。			
第4章では、都心部における洪水緩和機能に関する実態を把握するために、京都市中京区を対象に降雨時の表面水を収集することによって得たデータを用いてシミュレーションを行っている。その結果、中京区内には雨庭としての機能が期待される土表面の空間が少ないことから、雨水を貯留する能力は13.78%と計算され、洪水のピークの遅れもわずかに1分であることが示された。さらに、雨水が地域に存在するさまざまな物質を洗い流す効果も示されている。			
第5章では、2つのスケールで行われた解析結果から、局地的レベルでの気象と雨庭の関係に関する考察が行われている。大学キャンパスのスケールでも雨庭は環境緩和機能を十分に示せること、行政区レベルでも雨庭的な機能を持つ空間を増やすことによって同様の効果が期待できること、それをより明確に示すためにさらに多くの研究が今後期待されることが述べられている。			
第6章では、全体を通じて論じてきたことを総括し、結論としている。			

(論文審査の結果の要旨)

雨庭は現在、グリーンインフラの一つの手法として世界中で注目されている。その中心的地域は欧米であり、そこでは雨水貯留機能や生物多様性保持機能が注目されてきた。現在では日本を含むアジアでもその応用が期待されているが、モンスーン気候下にある国が多いことから、異なる機能が期待されることも多い。特に日本の都市部では内水氾濫が大きな問題となっており、環境緩和機能の中でも洪水緩和機能に対する期待が大きい。しかし、このような観点から都市域の庭園や緑地等の空間を雨庭として評価することはこれまでほとんど行われてこなかった。

本論文は、大学キャンパスのスケールと行政区のスケールで雨庭が果たしうる可能性を検討することを目的として行った研究成果を総括したものである。キャンパススケールでは実際に造成された雨庭を対象とした調査が行われ、空間が持つ雨水の貯留及び浸透機能に関する検討と大雨時の出水量制御に関する考察が行われた。さらに、京都市中京区を対象にして採水試料を用いたシミュレーションを行い、雨水浸透が可能な空間が少ない都市部における雨庭的な機能を有する空間に関する検討が行われている。本論文の評価できる点として以下の3点が挙げられる。

1. 雨庭が持つ洪水緩和機能の解析にあたって、従来森林水文学の分野で使われてきたタンクモデルの概念を初めて導入した。雨庭のような小規模の集水域においてもこのモデルが適用できることを示した点は、都市域でもこのモデルが適用できることを意味しており、高い学術的意義を持っている。
2. 大学キャンパスの雨庭で得られた降雨水の貯留と浸透に関する解析結果は、雨庭が持つ強い降雨に対する環境緩和機能についてのアジアで最初の研究成果であり、今後雨庭の活用をアジアモンスーン気候下の都市で積極的に進めていける可能性と、その具体的な方向性を明示したことは、地球環境学の視点から高い意義を持っていると評価できる。
3. 本研究で得られた知見は、異常気象が常態化している世界各国でグレーインフラのみならずグリーンインフラにも注目する必要がある、雨庭に一定の効果が期待できることを示すことに成功した点、水文学的視点のみならず水質浄化の観点からも雨庭的空間の価値を示した点から社会的な意義も高いと考えられる。

以上のように、本論文は世界各地で都市化が進む中で都市における環境緩和機能を持つ空間として雨庭に注目し、降雨水に対する反応を中心とした考察を行い、面積にかかわらずその存在が高い環境緩和機能を期待できる空間であることを明らかにすると同時に、都市部における同様の機能を持つ空間を増やすことの重要性を示しており、景観生態学、地球環境学、都市計画学に寄与するところが多い。

よって本論文は博士（地球環境学）の学位論文として価値あるものと認める。また、令和2年2月4日、論文内容とそれに関連した事項について試問を行った結果、合格と認めた。