

別紙1-1

論文審査の結果の要旨および担当者

報告番号	※	第	号
------	---	---	---

氏 名 IGHILE Eseosa Halima

論 文 題 目

An assessment of the impacts of land use and socioeconomic changes on flooding risks in Nigeria

(ナイジェリアにおける土地利用と社会経済的变化が洪水リスクに与える影響の評価)

論文審査担当者

主査 名古屋大学大学院環境学研究科 准教授 白川 博章

副査 名古屋大学大学院環境学研究科 教授 中村 英樹

副査 名古屋大学大学院環境学研究科 教授 谷川 寛樹

## 論文審査の結果の要旨

## 別紙 1 - 2

洪水は最も深刻な被害を与える自然災害の一つである。ナイジェリアでは、急速な経済成長と都市化で、洪水被害が拡大する傾向にある。こうした状況を打開するためには、短期的で対処療法的な洪水対策だけでなく、将来の経済発展を考慮した長期的な洪水対策が必要である。しかし、ナイジェリアにおける経済成長にともなう土地利用の変化とその洪水リスクへの影響はまだ十分明らかになっていない。

本論文は、将来の土地利用と洪水ハザードエリアの予測に基づき、新しい長期的洪水対策のアプローチの提案を行うものである。まず、土地利用変化の特徴を検討し、次いで 2040 年までの潜在的な土地利用需要をシミュレーションし、将来の土地利用分布を予測した。次に、過去の浸水域に関する情報をもとに機械学習の手法を用いて洪水ハザードエリアを推計した。そしてこれらの結果から、社会経済的な変化が土地利用にどのような影響を与え、その結果、洪水リスクがどのように変化するかを検討した。

第 1 章では、本研究の背景と目的、および本論文の構成を説明した。

第 2 章では、ナイジェリアの土地利用と洪水対策の現状について述べ、関連する既往研究を整理した。現行のナイジェリアにおける洪水対策では経済成長や都市部への人口流入による土地利用変化は考慮されておらず、長期的に洪水被害を低下させるためには、将来の土地利用予測に基づく対策が必要であることを指摘した。

第 3 章では、本研究の方法を説明した。具体的には、分析モデル、データソースおよびその加工方法について説明した。

第 4 章では、土地利用変化の自然・社会経済的要因を検討した。データが入手できた 1975 年から 2013 年までを対象として土地利用変化を分析したところ、農地は約 21%、居住地は約 1%それぞれ増加したのに対して、森林は約 14%減少したことを明らかにした。次に、多項ロジスティック回帰モデルを用いて、土地利用変化に影響を与えた地理的要因、社会経済的要因を検討した。

第 5 章では、第 4 章の結果を踏まえ、土地利用モデルの一つである FLUS (Future land use simulation model) を用いて土地利用分布の予測を行った。将来シナリオは、現在のトレンドを維持するケース、人口増加率が高く経済成長を優先させ開発規制を設定しないケース、人口増加率や経済成長率は比較的 low 森林の開発規制を導入したケース、の 3 つを設定した。その結果、居住地面積は農業生産額が小さくなるほど増加する傾向を示したが、どのシナリオでも国土の 2%前後を占めるにとどまると見込まれた。それに対して農地に対する需要は設定したシナリオで、国土に占める割合が 44%から 58%まで変化し、農地に対する需要は社会経済的要因の影響を比較的大きく受けるという結果を得た。

第 6 章では、ナイジェリアにおける洪水ハザードエリアを機械学習の手法を用いて推計した。具体的には、入手できた 1985 年から 2020 年までの過去の洪水発生に

関する空間データと標高、傾斜、などの 15 の変数の空間データを用いて、特定の場所での洪水発生確率を推計した。推計には、ニューラルネットワークモデルとロジスティック回帰モデルの 2 つのモデルを採用した。ニューラルネットワークモデルとロジスティック回帰モデルの検証サンプルにおける洪水ハザード地域の予測精度は、それぞれ 88%と 78%であり、ニューラルネットワークの方が優れたパフォーマンスを示した。

第 7 章では、これまでの結果を踏まえ、人口および土地利用の変化と洪水リスクの関係を検討した。2000 年における洪水リスクのある地域の人口は約 1 億 2,000 万人（ナイジェリア全体の 53.8%）であり、2020 年までにおよそ 3,000 万人増加したと見込まれた。地域別にみると、2020 年の農村における洪水リスクのある地域の人口は農村人口全体の 42%であるが、都市のそれは 72%に達することが明らかになった。さらに、土地利用と洪水リスクの関係を検討すると、2015 年において農地と居住地における洪水ハザードエリアの割合はそれぞれ約 83%、約 29%であった。さらに、第 5 章で推計したシナリオ別土地利用予測の結果に基づき、将来の土地利用とハザードエリアの割合を検討したところ、経済成長を重視するシナリオがその他のシナリオに比べ農地と居住地における洪水ハザードエリアが小さいという結果を得た。これは、農業生産が増えることで都市への人口流入が他のシナリオに比べて抑制され、都市の居住地面積の拡大が抑えられたことと、土地利用規制がないため洪水リスクのない森林が農地に転換したことが原因だと考えられる。以上から、洪水リスクを長期的に低下させるためには、都市部への人口流入が今後も継続するため都市部の洪水対策を強化することに加え、都市への人口流入を抑えるために、農村部の経済振興が必要であることを指摘した。その一方で農地の拡大は森林を減少させる恐れがあるため、農業の土地生産性を高める必要があることなどが示唆された。

最終の第 8 章では、これまでの章で得られた知見をまとめた。また、洪水リスクのある地域で人口が増加していることから洪水発生確率の高い地域に住む住民の洪水に対する意識調査や、本研究で開発した手法をアフリカの他の地域への適用可能性を検討することが必要であることなどを今後の課題とした。

以上のように本研究は、ナイジェリア全国を対象として、経済成長にともなう土地利用変化と洪水リスクとの関係を定量的に論じたはじめての研究であり、土木環境システム工学に学術上寄与するところが大きいと考えられる。よって、本論文の提出者である IGHILE Eseosa Halima 君は博士（工学）の学位を授与される資格があるものと判定した。