

京都大学	博士（工 学）	氏名	呉 亭燁
論文題目	Vulnerability Assessment of Land Use Regulation by Multi-Criteria Decision Analysis for a Sediment Hazard Prone Catchment （多基準決定手法による土砂災害流域の最適土地利用政策と脆弱性評価）		
（論文内容の要旨） 本論文は、多基準決定手法を用いて台湾における土砂災害に焦点をあて、河川流域でのあるべき土地利用、リスク評価、また最適な防災技術の選定方法などを様々な角度から総合的に議論し、統合的土砂災害管理法といえる手法を構築したものであって、以下の8章から構成されている。 第1章では、台湾の災害政策を大きく1958年から1982年の災害小康期間、1982年から1999年の台湾大地震前の災害頻発期間、1999年から2007年の台湾大地震後の災害頻発期間と区分し、それぞれの時期における台湾の具体的な政策転換について述べ、さらに防災救助法が制定されてからの土砂災害政策の重要性について概説している。特に本研究の主題である土砂災害に対する台湾の政策方針についてそれぞれ「地震からの復旧」「土砂浸食防止工学」「急傾斜地監視保全技術」「村落開発」「減災技術」「特別領域技術」「上流域保全技術」にわけ、それぞれの政策にどのくらいの投資があったかなどを分析し、本論文の導入としている。 第2章においては、脆弱性(Vulnerability)について様々な先行研究や国連国際防災戦略による定義などが紹介され、これらを総合的に判断し、脆弱性について五つの階層（中央政府、地方政府、コミュニティ(地域共同体)、世帯、個人）に分別し、それぞれの階層に分類される具体的メンバー構成について言及している。最終的に危険度は脆弱性とハザードの積で表現されるとした。 第3章においては、実際に台湾の Chenyoulunxi 流域にコンセプトをあてはめ、土砂災害や斜面崩壊がどのような条件で起こりうるか、論理解析、判断分析などの感受性分析を行なっている。その後、土石流発生判別について Flo-2D ソフトを実際に流域に適応し、土砂災害の危険性について個別に評価を行なった。これらを総合し、斜面崩壊の発生可能性、土石流災害における予想流速や危険範囲などを具体的に指定し、実際の流域における脆弱性評価の具体的事例を指し示した。 第4章においては、前章の結果をふまえて脆弱性の評価を地域レベルにおいて行なっている。ここでは、地域脆弱性を生物物理的脆弱性、社会脆弱性、環境脆弱性の和に暴露度をかけたもので表現した先行研究の方法にならって、台湾の土砂災害事象に適用した。前章において計算を行なった事例の結果を、それぞれ上記の四つのファクターについて個別に整理、計算を行い、具体的に地域脆弱性を算出しており、あくまでもコンセプトであった脆弱性の概念が本論文においてはじめて具体的な災害事象（土砂災害）における脆弱性評価として数字になって表現されている。 第5章においては、具体的な脆弱性評価をもとに、工学的な減災策についてそれぞれの技術についてその費用と効用について個別の評価を行なっており、これが続く第6章以降の多基準決定手法による具体的な減災手法の選定へとつながっている。個別に選定された具体的な工学的手法に対し、GIS 上でのシミュレーションを行い、その減災効果について具体的な評価を行なっている。特筆すべきは、別々の確率降雨に対しての被害予測を具体化し、それぞれの事例について計算を行なってその効果（予想被災人口や地域や政府の損失等）を個別に検討していることであり、次章以降の意思決定により現場への適用可能性を与えている。			

	氏 名	吳 亭燁
第6章においては、当該流域の最適な代替案が比較評価されている。まず、階層分析法（AHP）によって評価の枠組みを定め、二つの主目標、五つの基準、八つの副基準を採用している。開発と災害軽減という二つの主目標と土地利用政策決定との関係を示している。多基準決定手法を実際に用いて、第3章から第5章において取り扱った計算結果についての意思決定手法の現場への適用を行っている。具体的な解決策について、経済的側面とその減災側面それぞれから評価を行い、最良の代替案として、河川沿いの部分流域では農業を維持すること、三つの部分流域においては土壌と水の保全することが示され、提案した手法の適用性を明らかにしている。 第7章においては、脆弱性が開発や気候条件により具体的に変化する際に適用可能なように、パレート最適フロントを用いた最適解の抽出について検討がなされている。これにより、地域に様々な投資が行なわれ脆弱性が改善あるいは変化した際における新たな脆弱性や、次の減災策の選定などに具体的な改善方法が提示されている。さらにこれらすべてを総合し、土砂災害の減災策に関してどのような手法が最も望まれるか、またどのような効用があるかについて具体的な流域に対して総合的な議論がなされている。 第8章は、本研究の結論であり、研究成果を総括するとともに、将来必要な研究についてとりまとめている。		

(論文審査の結果の要旨)

本論文は、台湾の防災政策の歴史的考察を通じて、土砂災害の脆弱性について様々な見地から評価を行い、台湾における土砂災害危険地域に対してモデルを適用して脆弱性に関する解析を行なったものであり、その成果は以下のように要約できる。

1. 台湾の土砂災害について、台風などの気象関連災害、地震災害などに分類し、災害対策に対する意思決定方法、その財源、よりどころとなる立法体制について詳細な議論を行なっている。特に台湾の災害対策立法の起点となった 1999 年の台湾地震の前後における大きな違いについて、具体的な比較検討が行なわれている。

2. 地すべりと土石流についての危険地域設定を、水文・土砂モデルと危険地域策定モデルを用いて定義した。地滑り危険地域と土石流危険地域には別々のモデルと定義により評価を行い、例えば土地利用や傾斜角度、地質などの情報を地理情報システムとモデルを利用して行なった。また土石流においてはシミュレーションモデルを用いて実際に危険地域の指定を行なった。これにより、概念だけではなく実際の工学的手法を用いた脆弱性評価とハザードマップの策定についても、技術者と政策決定者の視点からそれぞれ評価を行い、かつ適応可能な手法を提案することに成功している。

3. 土砂災害についての脆弱性について、脆弱性の原因を同定し、かつそれに対してどのような適応策をもって乗り越えてゆくか、台湾特有の問題はどのようなものかを、大きく「行政における脆弱性」と、「地域的脆弱性」に分類して、それぞれ詳細に評価する試みを行なった。

4. これらの脆弱性についての多基準評価手法を策定し、適応策それぞれについて重み付けを行なった場合とそうでない場合について土砂災害などを例に解析を行い、脆弱性に対する適応策それぞれの効用や問題点、それらを複合的に行なう事に対して脆弱性がどれほど下がるかについて評価を行なった。

以上のように、本論文は台湾における土砂災害およびその対策についての歴史的な考察を行い、さらに学術的かつ政策的な検討が十分に加えられており、その成果は学術上、實際上寄与するところが少なくない。よって、本論文は、博士(工学)の学位論文として価値あるものと認める。また、平成22年2月22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。