

(続紙 1)

京都大学	博士（農学）	氏名	Ya Min Thant
論文題目	Impact of Cyclone Nargis on Mangrove Forests and People in Ayerawady Delta and Its Consequences to Reforestation Activity (サイクロン・ナルギスがエラワディデルタのマングローブ林と住民に与えたインパクトと再植林活動に与えた影響)		
(論文内容の要旨)			
2008年5月にミャンマーのエラワディデルタを襲ったサイクロン・ナルギスは高波と暴風によって死者行方不明者14万人という甚大な被害をもたらした。本論文はこのサイクロンがマングローブと住民に与えた被害と森林の減災効果を解明するとともに、サイクロンが森林の再植林活動に与えた間接的な効果を併せて解明したものである。また同時に、同デルタ地域で行われている住民参加型の共同体林業プログラムで造成された植林地と天然更新林を対象として、樹木バイオマスならびに土壌炭素蓄積量の測定を行い、資源供給と環境サービスの両面から評価を試みている。 サイクロン被害に関する調査は、サイクロン被害が最も甚大であったイラワジ管区ボガレー郡で、サイクロン襲来3ヶ月後の2008年9月から2009年9月、2010年9月と継続的に実施された。植林地や伐採後に成立したマングローブ二次林での調査結果から、マングローブ林に対する主要な被害は、強風による幹と枝の折損で根返り被害は少ないことが判明した。このため、死亡した樹木個体も含め根際より倒伏した個体は少数で、ほとんどの個体の主幹基部はサイクロン後も生死にかかわらず直立した状態を保っていた。また樹木の死亡率はサイクロン経路からの距離と林分高に左右され、さらに樹種特異性が存在することも明らかにした。 生存住民へのインタビューをもとに世帯ベースで高波による住民の死亡率を推定し、集落単位で集計した結果、サイクロン通過経路からの距離増加に伴って直線的に死亡率は減少することを示した。同時に、二次林や植林地など樹林地を近傍に有していた集落での住民の死亡率は顕著に低く、無樹林地集落ではサイクロン通過経路からの距離が40 km以上でも死亡が認められるのに対して、樹林地を伴う集落では25 kmで死亡率はほぼ0%であった。住民への聞き取り調査の結果から、生き残った住民の多くが樹林地に逃げ込み樹木につかまって高波に流されるのを回避したこと、あるいは高波に流された先で樹木につかまって生残が可能となったことも明らかにした。 サイクロン後の政府機関、国際機関、NGOによる、植林プロジェクトを含む復興プロジェクトの実態について調査を行い、2008年以降の復興プロセスを詳細に記録した。また、地域住民はサイクロンによる人的死亡率が樹林地の存在により大きく低減したことを十分に認識しており、住民の森林再生に対するインセンティブがサイクロン後に顕著に増大したことを明らかにした。しかし一方で、サイクロン後の植林活動において、森林面積の拡大を担うことが期待される住民参加型共同体による植林の進展が思わしくな			

く、これを解決する方策として、生産力低下によって放棄された農地を植林プロジェクトの用地として積極的に確保・利用してゆくことの重要性を指摘した。また、土地以外の要因として、恒常的な技術的援助、盗伐対策が共同体林業の立ち上げに不可欠であり、森林局やNGOの継続的サポートが重要であることを指摘した。

本論文はまた、天然更新による誘導で作られた二次林や植林地でのバイオマス増加速度と炭素隔離効果を解析した結果、これら林分でバイオマスの増加速度と土壌有機物の蓄積速度がきわめて大きく、住民参加型のマングローブ植林が、地域における木材資源確保ならびに炭素隔離の面できわめて有効であることを示した。植林樹種の中では特に *Sonneratia apetala* の成長が旺盛で用材生産に適する一方、低木類の除伐によって天然更新を助長した二次林が樹木サイズは小さいものの *Sonneratia apetala* 以上のバイオマス蓄積速度を持つことが明らかとなり、環境サービスや薪炭材採取を目的とする場合には、低コストで種多様性も高く保たれる天然更新による施業が有効なオプションとなることを明らかにした。

総合討論では、進行しつつある気候変動と海面上昇などによって沿岸域の災害リスクが増大しつつあるデルタ地帯にあっては、マングローブ樹林地の造成が地域住民の生活と安全にとって必須の政策であることを強調している。特に、今後も予想される高波被害に対する対策としては、人工構造物によるシェルター設置が予算制約によって制限される中で、バイオシェルターとしての有効性が立証された樹林地造成が喫緊の課題であることを指摘した。サイクロン・ナルギスは、ミャンマー史上最悪の災害となったが、デルタ地域の住民はこの災害を通じてマングローブ林の持つ災害リスク低減効果や環境サービスを体験的に理解するに至っており、デルタ地帯における総合的な森林造成・管理政策を確立する好機であることを指摘している。

(論文審査の結果の要旨)

2008年にミャンマーを襲ったサイクロン・ナルギスによって生じた高波は2004年のインド洋地震津波とともに、近年発生した沿岸域の大災害として記憶に新しい。この被害の実態は、ミャンマー政府の情報統制や災害現地であるエラワディデルタへの外国人立ち入り制限などの理由でこれまで十分には解明されていなかった。本論文は、サイクロン・ナルギス襲来から3ヶ月後にいち早く現地調査を実施し、現地での世帯ベース、集落ベースの調査と、森林調査区での継続観察を組み合わせ、サイクロン・ナルギスが地域住民と森林とに与えたインパクトを論じたものである。評価できる点として以下の4点をあげることができる

1) サイクロンがマングローブ二次林や植林地に与えた被害を、サイクロン通過3ヵ月後からその後2年間にわたり継続調査し、サイクロン直後の調査のみでは不明な樹木の正確な死亡率ならびに森林の修復プロセスを明らかにした。同時に、森林被害の程度はサイクロン通過経路からの距離と林冠高によって決定されるが、その関係は樹種によって異なることを明らかにした。また、サイクロン被害による林冠被覆度の低下は種子の発芽定着を促進し、高密度シードリングバンクの形成をもたらすことを示した。一方で、一部の樹種ではサイクロン1年後にキクイムシ類による被害が拡大し、これがサイクロンの間接的被害と考えられることを指摘した。これらの成果は一過的調査では解明できないものであり、今後の林地管理に重要な指針を提供した。

2) サイクロンに伴う高波は死者14万人の被害を出したが、本論文では、被害が最も甚大であったエラワディ管区ボガレー郡の28集落の450世帯2809人を対象として人的死亡率の調査を実施した。その結果、サイクロン通過経路からの距離10 km以遠では集落周辺に樹林地が存在すれば死亡率が著しく低減されること、死亡率がほぼ0になるまでの距離は、樹林地を伴う集落では25 km程度なのに対し無樹林地集落では45 km程度にまで達することを明らかにした。マングローブ林による高波被害の低減効果を明確に示したデータは世界的にも稀であり、今後の高波災害対策に極めて重要かつ有効な情報を提供した。

3) 災害後の復興や今後の災害に対する防災活動を成功させるためには、被災住民の意識変革や防災に関する正しい認識の形成が不可欠であるが、本論文は特に森林修復活動に焦点を当てて住民の意識調査を実施し、サイクロン被害が住民の森林に対する意識を著しく変化させたことを明らかにした。この意識変化には、上記のマングローブの住民死亡率低減効果が大きく働いていることを示し、今後の森林再生のためのプロジェクト立案に重要な情報を提供した。

4) マングローブ植林地や二次林のバイオマス蓄積と炭素隔離機能は、熱帯各地で調査が行われているが、ミャンマーでの調査事例は皆無である。本論文は*Sonneratia*

*apetala*の植林樹種としての有用性を明らかにするとともに、天然更新の助長によって、低コストで地上部バイオマスの早期回復が可能であること、また、放棄水田への植林によってバイオマス蓄積と土壌中への炭素隔離が急速に進行することを同時に示すことで、デルタ地域での植林活動の環境面での貢献を具体的根拠に基づいて提示した。

以上のように本論文は、サイクロン・ナルギスがエラワディデルタの地域住民とマングローブ林に与えたインパクトを解明し、同時にマングローブ植林地や樹林地が果たす減災効果や環境サービスを定量的に評価したもので、森林生態学、環境科学、防災科学の発展ならびに、東南アジア沿岸域の保全・管理に寄与するところが大きい

よって、本論文は博士（農学）の学位論文として価値あるものと認める。

なお、平成23年2月16日、論文並びにそれに関連した分野にわたり試問した結果、博士（農学）の学位を授与される学力が十分あるものと認めた。

注) Webでの即日公開を希望しない場合は、以下に公開可能とする日付を記入すること
要旨公開可能日： 年 月 日以降