

II-59

津波によるマングロープ林の破壊状況に関する調査

東北大学大学院 学生員 ○ 柳澤 英明

東北大学大学院 正員 越村 俊一・後藤 和久・今村 文彦

東北学院大学

宮城 豊彦・林 一成

1. はじめに

2004年インド洋大津波において、海岸林の減災効果については様々報告がなされており、特に沿岸域に繁茂するマングロープ林は減災に大きな役割を担った (Danielson et al, 2005)。しかし、植生は津波外力により倒木し、減災効果の低減、漂流物への変化など被害を拡大しうる場合もある。そのため津波と倒木の関連性を定量的に把握する必要があるが、実際の津波による倒木の状況を詳しく調査している研究は現在少ない。そこで、本研究では2004年インド洋大津波で大きな被害を受けたタイ Khao Lak を対象とし、植生被害調査と津波計算による津波規模から、津波がもたらす倒木の状況と要因を明らかにすることを目的とした。

2 調査概要

2005年9月10日から9月12日の3日間、タイ南西部 Khao Lak における河川周辺のマングロープ域を対象とし調査を行った(8° 43'16" N 98° 14'4" E)。調査項目は主に、植生の破壊分布、樹林帯特性(樹林構成種、胸高直径など)の把握、地形測量を行った。

3. マングロープ林の被害状況

(1) 衛星画像による比較

図2に対象地域における津波後の IKONOS 衛星画像から判別した植生の破壊分布を示す。この地域でのマングロープ林は主に、密に入り組んだ支柱上の根を持つ *Rhizophora* sp. が多く繁茂し



図1. *Rhizophora* sp.
(宮城撮影)

ており、その他 *Bruguiera* sp. や *Avicennia* などの樹種も見られた。しかし、津波後は、全長 1km 以上にわたりマングロープ林が大規模に破壊した(図2)。まずは、衛星画像及び現地調査より樹種分布図を作成し、その後、津波前後の衛星画像から視覚的に破壊規模を推定した結果、*Rhizophora* sp. に関しては森全体の約 80% がこの地域で破壊されていることがわかった。この地域

では約 7.0m の津波が襲来している。*Rhizophora* sp. に関してはマングロープ植林などにも多く利用されており、マングロープ林の防災利用を考慮していく上で非常に重要な樹種となる。本研究では *Rhizophora* sp. を中心に津波規模と倒木の関連性を検討していく。

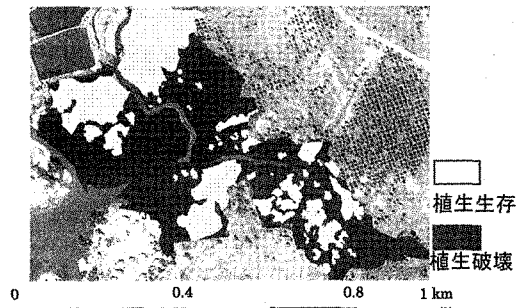


図2. 河川周辺での津波による倒木分布
(IKONOS image: 2005 Space Imaging, Inc)

(2) *Rhizophora* sp. の形状特性の整理

植生の形状については、胸高直径と関連づけて樹高、下枝高さ、支柱根高さの整理を行った(図3)。結果、直径が増加するにつれ、それぞれ増加する傾向となった。

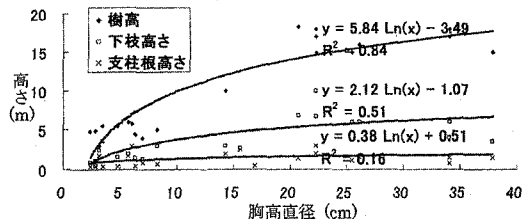


図3. *Rhizophora* sp. における形状特性

(3) 津波による海岸林の倒木状況

河川洪水時の倒木パターンに関しては、北川ら(1988)や砂田ら(2002)などによってまとめられている。本研究では、既往の研究を参考に Khao Lak 周辺域での津波による海岸林の破壊状況を確認し、倒木パターンの振り分けをおこなった。まず、河川や海岸線に沿って地盤侵食による倒木が樹種によらず見られた。また、内陸の樹木 (*Casuarina*, *Cocos*) においては根をむき出しにし、その場で倒れているものや根が抜けて流出

しているものがあつた。また、津波の衝撃が強いところでは地盤から1 m程度のところで幹部が破断していた。マングローブ林においては、*Avicennia* に関しては河岸付近に存在していたため、ほとんどが流出していた。一方、*Rhizophora* sp.においては樹幹が細いものに傾倒しているものがあつたが、大半は幹部・根部の付け根もしくは根部における折損が調査全域で最も多く見られた(図4)。ただし、*Rhizophora* sp.においては、根をむき出しにして倒れているものは見られなかった。これは、密に入り組んだ支柱上の根がしっかりと地盤をつかんでいるためである。以上の結果と既往の研究を参考に樹木の倒木パターンを整理すると。

- ① 根はそのままで木が大きく傾く (傾倒)
- ② 樹幹根元で折れる (折損)
- ③ 根がむき出しになり倒伏する (根上がり)
- ④ 根が抜ける (抜根)
- ⑤ 根周辺の洗掘、もしくは地盤全体の侵食により、根の支持力が低下し流木化する(周辺洗掘、侵食流去)



図4. 植生の倒木状況 (根部折損による倒木)

また *Rhizophora* sp.に限定すれば、①②③となる。

4. 津波数値計算

(1) 計算手法

津波の大きさを把握するため津波の数値計算を行った。津波の数値解析には、非線形長波方程式を用い、底面摩擦は小谷(1999)にならい、土地利用ごとに粗度係数を与えた。また、対象地域では、現地で測量を行った地形を利用した。

(2) 計算結果

計算結果に対する観測記録、浸水域の比較に関しては、柳澤ら(2005)によって検討が行われており、ある程度良好に現地データと一致することが示されている。そこで、この計算結果を利用して現地調査を行った地域における最大流速分布を算定した(図5)。この図から

水の通り道となる河川沿いにおいて非常に流速が卓越していることがわかる。また、この地域は植生の破壊も大きく、流速と植生破壊にある程度対応が見える。

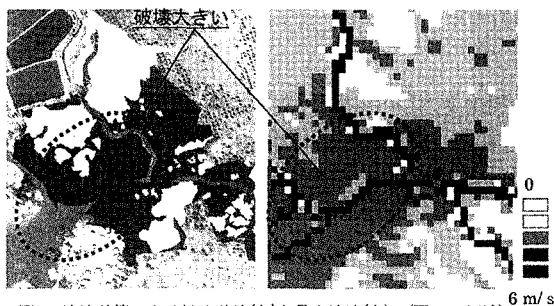


図5. 津波計算による植生破壊(左)と最大流速(右) (図2の領域) 6 m/s

5. 倒木に関する考察と今後の課題

数値計算と衛星画像の比較から流速と植生の破壊がある程度の対応があることを確認した。そこで、最大流速と今回調査した *Rhizophora* sp.に関する破壊と生存、また植生の大きさの代表である胸高直径との関連をプロットした(図6)。結果、破壊と生存が分割する結果となった。今回の結果のみで破壊限界線を決めると、

$$Y = 0.016X^2 \quad (0.35 \leq X \leq 4.5)$$

ここで、 Y : 胸高直径 (m) X : 最大流速 (m/s)とする。ただし、この条件は対象地域における漂流物を含めた津波に耐える条件となっている。今後より破壊の傾向を明確にするためより多くのデータ蓄積が必要である。

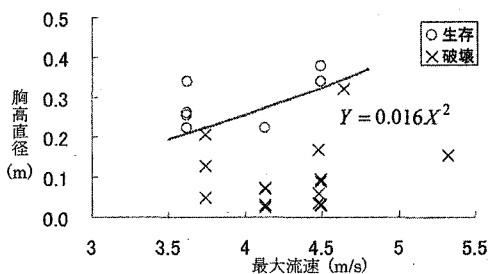


図6. 最大流速と胸高直径による破壊限界

- 参考文献 1) 北川ら(1988): 洪水による樹木の倒伏, 土木技術資料, 30-7, pp. 9-14. 2) 小谷(1999): 東北大学修士論文 pp. 18-31. 3) 砂田ら(2002): 出水時における河道内樹木の破壊規模の予測に関する基礎的研究, 水工学論文集, 第46巻, pp. 947-952. 4) 柳澤ら(2005): 2004年インド洋大津波によるタイの浸水計算と家屋被害状況について, 第24回日本自然災害学会学術講演集, pp. 113-114. 5) Danielsonら(2005): The Asian Tsunami: A Protective Role for Coastal Vegetation. SCIENCE, VOL. 310, 28, OCTOBER, PP. 643.