

東北タイの水問題 ～土壌侵食と塩害～

櫻井克年

はじめに

東北タイはタイ国内で最も貧しい地域とされている。その原因としては農業が基幹産業であるにもかかわらず、灌漑設備は整備されておらず、機械化も遅れていることが考えられるが、自然条件の厳しさが全ての基になっている。つまり、気候的要因では、熱帯サバナの気候条件下で、旱魃と洪水に頻繁に襲われることが挙げられよう。そのため、収入が安定しないこと、食料の自給、なかでも米の自給すらままらず、生計を立てられない程の被害を被ることしばしばである。

表3-2-1、表3-2-2は、東北タイの中心であるコンケン県、コンケン市における気象データである (Meteorological Department, 1983)。いずれの表も 1956-1985 年の 30 年間の平均値である。コンケンの気象観測所は東経 102 度 50 分、北緯 16 度 26 分に位置し、海拔高度 165m である。年間の日最高の平均気温は 32.6℃、日最低の平均気温は 21.7℃、相対湿度は 70.8%、平均風速は 1.2m/s である。日最高の平均気温は 4 月、5 月が最も高く 34℃を超えている。逆に、日最高の平均気温が最も低いのは 1 月であるが、30℃を下回らない。相対湿度は 9 月の 82.0% が最高で、3 月の 59.3% が最低である。平均風速は年中あまり変わらず、かつ、全般的に小さい。風速が最大の 6 月、7 月でも 1.4m/s である。4 月から 8 月にかけて南西の風が卓越するが、この期間以外は北東の風である。

年間の降水量は約 1117mm であり、降水日数は 105.5 日である。1 1 月から 3 月はじめにかけての 4 ヶ月間が乾季であり、この期間の降水量の総計はわずかに 35mm である。5 月から 10 月にかけてが雨季であるが、降雨のピークは 5～6 月と 9 月に 2 回ある。特に南シナ海とインド洋で発生する台風 (Cyclone) の多い 9 月には降水量 262mm、降雨日数 18.2 日になる。

表3-2-1 コンケンの気温・湿度・風速(1956-1985年の平均)

| 月 | 日最高の平均 | 日最低の平均 | 相対湿度 | 平均風速 |
|----|--------|--------|-------|--------|
| 1 | 30.3°C | 15.7°C | 63.9% | 1.0m/s |
| 2 | 32.7 | 19.1 | 65.4 | 1.1 |
| 3 | 33.5 | 22.2 | 59.3 | 1.2 |
| 4 | 36.5 | 24.4 | 63.0 | 1.2 |
| 5 | 34.8 | 24.7 | 72.0 | 1.2 |
| 6 | 33.3 | 24.7 | 75.4 | 1.4 |
| 7 | 32.6 | 24.2 | 77.4 | 1.4 |
| 8 | 32.0 | 24.1 | 79.7 | 1.3 |
| 9 | 31.5 | 23.6 | 82.0 | 0.9 |
| 10 | 31.3 | 22.3 | 77.1 | 1.2 |
| 11 | 30.8 | 19.3 | 70.5 | 1.2 |
| 12 | 29.9 | 16.3 | 66.5 | 1.2 |
| 年間 | 32.6 | 21.7 | 70.8 | 1.2 |

出典：Meteorological Department (1987)

表3-2-2 コンケンの降水量、降水日数、蒸発量(1956-1985年の平均)

| 月 | 降水量(mm) | 降水日数(日) | 蒸発量 |
|----|---------|---------|--------|
| 1 | 4.6 | 0.9 | 154.2 |
| 2 | 13.2 | 2.6 | 161.4 |
| 3 | 31.1 | 3.8 | 211.7 |
| 4 | 60.7 | 6.9 | 216.6 |
| 5 | 167.7 | 13.6 | 196.5 |
| 6 | 176.9 | 14.4 | 171.4 |
| 7 | 163.4 | 15.7 | 165.5 |
| 8 | 192.7 | 17.7 | 150.0 |
| 9 | 262.0 | 18.2 | 137.0 |
| 10 | 87.2 | 9.3 | 152.3 |
| 11 | 13.9 | 1.7 | 151.0 |
| 12 | 3.3 | 0.7 | 152.4 |
| 年間 | 1176.7 | 105.5 | 2020.0 |

出典：Meteorological Department (1987)

1. 伝統的土地利用と近年の土地利用システム

伝統的土地利用形態は集落毎に異なるが、水田を中心とした農耕であり自給自足的な側面が強かった。1つの村(Village)はしっかりと結束しており、いわゆる政府からの直接的な影響はあまり受けてこなかった。従って、人口増などにより森林を切り拓く必要が生じた場合に新しい村が生み出されてきた。村の周囲には森林があり建築用資材や薪炭材を採取し、食糧や薬を採集し、綿花栽培や養蚕によって繊維を得、それを紡ぎ、織ることによって衣類をまかなってきた。米は以前から、そして現在も自給自足的な生活にとって最も重要な作物である。

考古学的見地からも、村落の歴史の見地からも、直播き陸稲栽培の方が水稲栽培より古くから行われてきたとされている(Vityakon, 1993)。米は紀元前3000年頃から栽培が始まったとされている(Watabe, 1978)。陸稲栽培は持続的農業とはいえず、森林破壊、侵食による土壌流亡、肥沃度の低下などがもたらされる。従って、低地の水稲作が優先するようになった。しかし、1960年ころまでに、新たに拓くことのできる、水利用の容易な可耕地はなくなってしまい、再び陸稲を栽培することになった(Hattori & Kyuma, 1978)。

表3-2-3にJICAによって調査されたPhra Yun郡およびその周辺域の現在の典型的な土地利用形態の例を示す(JICA, 1990)。水田を中心とした自給自足的な側面は、原則的には以前と変わっていない。変わったのは土地がないということである。つまり、開墾すべき森林がないということである。

表3-2-3 コンケン市、マンチャキリ郡、プラユン郡の土地利用状況

| | paddy | upland field | fruit garden | vegetable | flower | total |
|---------|-------------------|-------------------|----------------|----------------|---------------|--------------------|
| コンケン市 | 228,544 (72.4) | 73,054 (23.2) | 9,632 (3.0) | 3,933 (1.2) | 115 (<0.1) | 315,278 (100.0) |
| マンチャキリ郡 | 125,180 (52.7) | 108,787 (45.8) | 3,144 (1.3) | 345 (0.1) | - | 237,456 (100.0) |
| プラユン郡 | 75,030 (86.3) | 10,210 (11.7) | 1,027 (1.2) | 708 (0.8) | - | 86,975 (100.0) |

Source: Agricultural Economy - Khon Kaen province 1989

単位はrai. 1 rai = 0.16 ha.

()内の数字はパーセント換算

既に耕地となった畑地は主に高位段丘面に、高位の水田は中位段丘面に、低位の水田は低位段丘面に存在する。高位と低位の水田での耕作状況は水の多寡によってのみ決まる。先に述べたが、東北タイには雨季のピークが2度くる。5年のうち3年は干ばつ年となるため、高位の水田での収量はゼロとなる。また、逆に集中豪雨による洪水が発生する年は低位の水田は壊滅し高位の水田のみ収穫可能となる。ひどいときにはいずれの被害にも合い全く収穫ゼロになることもある。農家は一般的に高位と低位両方の水田を所有している (Vityakon, 1993)。

東北タイの大部分の水田でモチ米が栽培されている。自給目的である。普通米は東北タイ南部の Nakhon Ratchasima, Srisaket で栽培されている。しかし、市場へのアプローチが容易になったここ数十年の間に、商品作物としての普通米が栽培されるようになった。

一方、畑では商品作物としてのキャッサバ、ケナフ、サトウキビのいずれかが栽培されているといっても過言ではない。労働生産性はキャッサバ、サトウキビ、ケナフの順だが、作付け面積は市場価格によって大きく左右される。10 数年前にケナフの栽培面積が激減した。収穫後の作業が大変で豊富に水のある場所を必要とするため、東北タイで最も苛酷な農作物であることに加えて、市場価格が急落しキャッサバの方が有利になったためである。しかし、数年前にヨーロッパがキャッサバ澱粉の輸入をやめてから、今度はキャッサバの価格が急落し、サトウキビ畑に転換しはじめている。また、養蚕が低調になるにつれてクワの栽培も減少し始めている。

大型のかんがいプロジェクトが完成し、良質のかんがい水が得られるようになった地域では、野菜栽培が盛んになっている。Kalasin 県や Sakhon Nakhon 県などでは、県の試験場でも様々な作目の栽培方法が検討され始めている。また、アメリカや香港などの企業が、トマトやスイカなどの種子生産の契約栽培を手広く始めているようである。

2. 土壌問題

土壌条件も悪い。東北タイの土壌が直面している問題点は大きく次の4つに集約される。

1つ目は、強風化を受けた土壌が多いことと、砂質の母岩の残積性風化物あるいは二次堆積物が主であるために、自然肥沃度が非常に低いことである。図3-2-1は東北タイ全体の土壌図 (Kohyama et al., 1993)、表3-2-4は東北タイの土壌の分類名と分布面積、アメリカの土壌分類名との対比を示したものである (Mitsuchi et al., 1986)。表3-2-4の右端のカラムに記載されているアメリカの土壌分類名で末尾が -ult, -ept, -ent, -ox となっているものがこれらの特徴を持つ。すなわち、ほとんどの土壌がこの強風化低肥沃度土壌に含まれている。

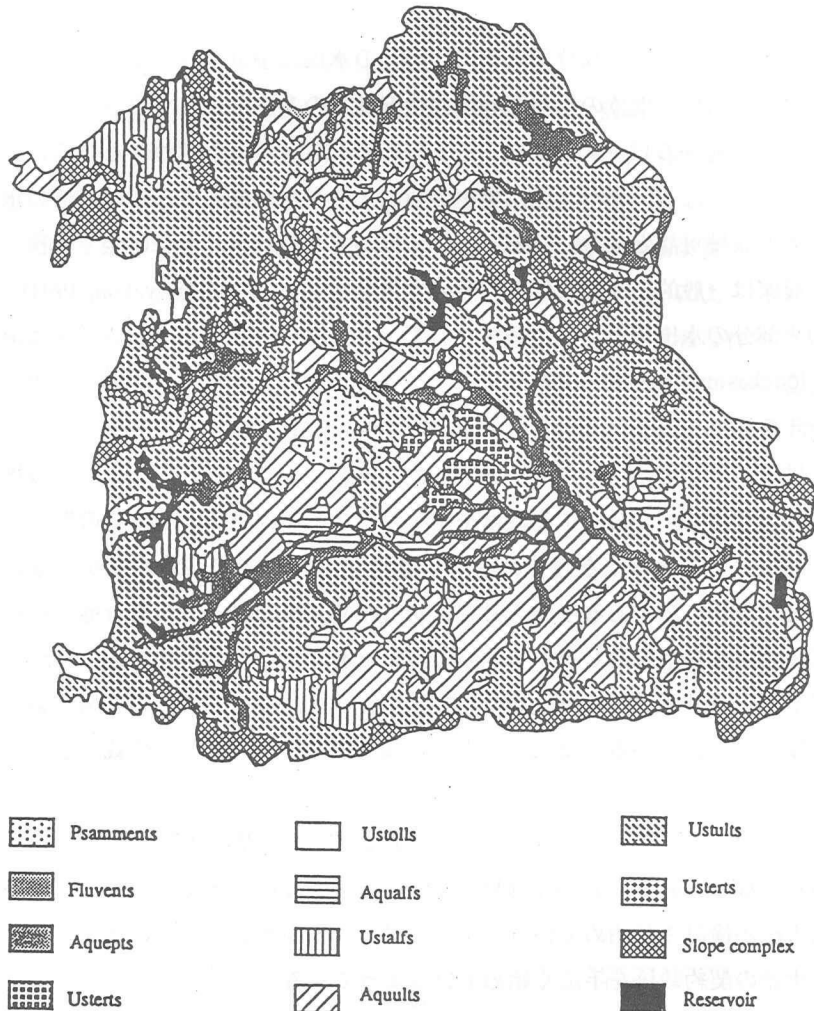


図3-2-1 東北タイの土壤図

2つ目は土壤(下層土)のA1による酸性が強く、石灰等の資材を施肥しなければ根の深い畑作物栽培に支障をきたすことである。この点においても、土壤の自然肥沃度のみ依存する農業は困難であるということになる(Patcharapreecha et al., 1992)。

3つ目は、現在深刻な被害が進みつつある塩害である。東北タイでの塩害発生メカニズムはおおよそ次の様なものとされている。はじめに焼畑による森林破壊によって地上植生が奪われる。次に、森林植生の蒸散作用によって抑えられていた塩分含量の高い地下水の水位が上昇する。そして乾季に、植被を奪われた土壤表面から水は直接蒸発し、残された塩分は土壤表層に蓄積するのである。

表 3 - 2 - 4 東北タイの主要土壌の分布割合

(area > 0.25 %)

| Thai Classification Soil series | Km ² | % | USDA Soil Taxonomy (FAO Soil Map ¹) |
|------------------------------------|-----------------|-------|----------------------------------------------------|
| Korat | 36370 | 21.37 | Paleustult (GP) |
| Roi-et | 35106 | 20.62 | Paleaquult (LHG) |
| Phon Phisai | 15920 | 9.35 | Plinthustult (RYP) |
| Nam Phong | 5274 | 3.10 | Quartzipsamment (R) |
| Ubon | 4182 | 2.46 | Aquic Quartzipsamment (HR) |
| Alluvial complex | 3997 | 2.35 | Tropaquept, Tropept |
| Warin | 3477 | 2.04 | Paleustult (RYP) |
| Satuk | 3122 | 1.83 | Paleustult (RYP) |
| Borabu | 2743 | 1.61 | Plinthustult (RYP) |
| Phen | 2237 | 1.31 | Plinthaquult (LHG) |
| Phimai | 2217 | 1.30 | Tropaquept (H.All) |
| Yasothon | 2034 | 1.20 | Paleustult (RYL) |
| Tha Tum | 1757 | 1.03 | Paleaqualf (LHG) |
| Ratchaburi | 1629 | 0.96 | Tropaquept (H.All) |
| Renu | 1509 | 0.88 | Paleaquult (LHG) |
| Tha Yang | 1333 | 0.78 | Paleustult (RYP) |
| Kula Ronghai | 1190 | 0.70 | Natraqualf (Solonchak) |
| Chatturat | 1147 | 0.67 | Haplustalf (RBE) |
| Si Songkram | 1139 | 0.67 | Tropaquept (H.All) |
| Lat Ya | 848 | 0.50 | Paleustult (RYP) |
| Chok Chai | 789 | 0.46 | Haplustox (RYL) |
| Muak Lek | 732 | 0.43 | Haplustalf (NCB) |
| Pak Chong | 673 | 0.40 | Paleustult (RBL) |
| Surin | 606 | 0.36 | Paleustalf (RBL) |
| On | 594 | 0.35 | Plinthaquult (LHG) |
| Loei | 588 | 0.35 | Paleustult (RBL) |
| Wang Saphung | 564 | 0.33 | Haplustalf (RBL) |
| Buntarik | 479 | 0.28 | Paleaquult (LHG) |
| Slope complex | 22636 | 13.29 | |
| | | 90.98 | |

*Regend for FAO Soil Map:

All, Alluvial soils; LHG, Low Humic Gley soils; R, Regosols;
 GP, Gray Podzolic soils; RYP, Red Yellow Podzolic soils;
 RYL, Red Yellow Latosols; RBL, Reddish Brown Lateritic soils;
 NCB, Non-calcic Brown soils

図3-2-2はユーカリの植林が地下水位の低下に大きく寄与した例を示したものである(Miura et al., 1990)。植林が行われたのは1985年であり、1年後の1986年10月から水位の観測が行われた。その結果、4年後の1989年には図のA1地点(斜面上部)では4m、A2地点(斜面中腹)では3mも地下水位が低下している。それに対して植林の行われていないA3地点(低地)ではほとんど変化していない。

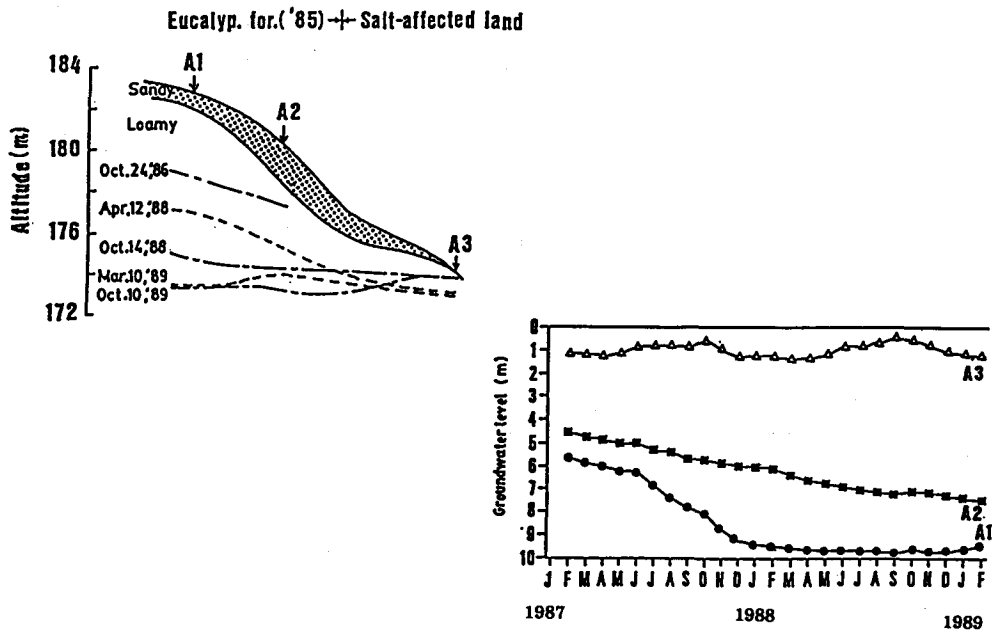


図3-2-2 Eucalyptus camaldulensis 植林による地下水位の低下

表3-2-5は塩害地の水質を示すものである(Kohyama et al., 1993)。1~5まで全て塩害地付近の地下水のデータであるが、1、2の地点はの地点はアニオン種として炭酸イオンと塩素イオンが多く、カチオンはほとんどがナトリウムであるのに対し、3~5の地点はアニオンがほとんど塩素で占められており、カチオンとしてはナトリウムが卓越するが、カルシウムやマグネシウムも多くなっている。このような塩分に富む地下水が卓越する地帯が広いことが東北タイ全体に深刻な塩害をもたらす原因である。一方、地表に集積した塩を濃縮し、食用として売るといった活動も古くから行われており、塩類集積自体は昔から東北タイにみられた一般的な現象であることも確かである。したがって、問題は現在も塩害地面積が拡大しており、それが広範囲にわたることである。

表 3 - 2 - 5 地下水の溶存イオン量

| 地点 | EC (mS/cm) | pH | Cation | | | | | Anion | | | | |
|----|---------------|-----|--------|-------|--------|--------|---------|-----------------|------------------|--------|-----------------|---------|
| | | | Na | K | Ca | Mg | Total | CO ₃ | HCO ₃ | Cl | SO ₄ | Total |
| 1 | 2.8 | 8.3 | 22.2 | 0.0 | 1.4 | 0.5 | 24.1 | - | 13.0 | 15.9 | 1.2 | 30.1 |
| | | | (92.1) | (0.0) | (5.8) | (2.1) | (100.0) | | (43.2) | (52.8) | (4.0) | (100.0) |
| 2 | 2.7 | 7.9 | 23.3 | 0.1 | 1.5 | 0.5 | 25.4 | - | 13.4 | 17.9 | 1.3 | 32.6 |
| | | | (91.7) | (0.4) | (5.9) | (2.0) | (100.0) | | (41.1) | (54.9) | (4.0) | (100.0) |
| 3 | 14.3 | 8.2 | 127.9 | 0.8 | 16.6 | 8.6 | 153.9 | - | 11.5 | 145.7 | 0.7 | 157.9 |
| | | | (83.1) | (0.5) | (10.8) | (5.6) | (100.0) | | (7.3) | (92.3) | (0.4) | (100.0) |
| 4 | 9.7 | 8.3 | 95.9 | 1.1 | 11.5 | 4.4 | 112.9 | - | 12.9 | 92.5 | 0.6 | 106.0 |
| | | | (84.9) | (1.0) | (10.2) | (3.90) | (100.0) | | (12.2) | (87.3) | (0.6) | (100.0) |
| 5 | 8.7 | 7.9 | 87.4 | 0.4 | 7.8 | 3.7 | 99.3 | - | 9.3 | 87.5 | 0.8 | 97.6 |
| | | | (88.0) | (0.4) | (7.9) | (3.7) | (100.0) | | (9.5) | (89.7) | (0.8) | (100.0) |

4つ目は土壌侵食である。土壌侵食はもともと砂質の母材の土壌が森林破壊によって地表にさらされ、はじめは面状侵食により地表近くの有機物を含む肥沃な土壌が失われ、引き続きガリー侵食によって土壌構造までもがずたずたに引き裂かれ不毛化するのである。表 3 - 2 - 6 は 1961 年から 1993 年までのタイ国の森林面積の推移を示したものである (Forest Information Service Bureau, 1994)。タイの各地域と全国、およびコンケン県のデータである。現在の東北タイの森林率は 12.72 % とタイの中でもきわめて低い割合である。植生荒廃の原因はほとんどが人口の増加による土地不足のために開墾されたことである。Hattori and Kyuma (1978) によると、1960 年までに、稲作に適した低地が利用されつくしたことが報告されている。このことは森林面積の減少が 1961 年以降急激に進んだことと一致する。このような深刻な森林消失に対して、積極的な植林が推進されているが、1993 年現在のタイの全森林面積 133,520 km²(83,450,000rai) に比べると、植林面積 7,781km² 程度ではまだまだ十分とはいえない。

3. 東北タイの砂漠化メカニズム

東北タイでは塩害により土地が不毛化する地域が急増している。ナトリウム塩を多量に挟む土層が存在すること、および、地下水に塩が溶解し、長い乾季の間に地表に運ばれ析出する現

表3-2-6 1961年から1993年までのタイ国の森林面積の推移

| 年 | 北部 | 東北部 | 東部 | 中央部 | 南部 | 全国 | Khon Kaen |
|------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|--------------------|---------------|
| 1961 | 72,671 (68.54) | 44,315 (41.99) | 13,226 (57.98) | 22,287 (52.91) | 18,516 (41.85) | 171,017 (52.33) | |
| 1973 | 70,996 | 31,680 | 9,397 | 14,981 | 11,521 | 138,578 | |
| 1976 | 63,954 | 25,933 | 7,894 | 13,641 | 12,386 | 124,010 | 1,143 |
| 1978 | 59,335 | 19,513 | 6,898 | 12,766 | 11,001 | 109,515 | 972 |
| 1982 | 54,847 | 16,178 | 5,000 | 11,572 | 10,276 | 97,875 | 740 |
| 1985 | 52,578 | 15,987 | 4,993 | 11,553 | 9,678 | 94,291 | 701 |
| 1988 | 50,251 | 14,808 | 4,896 | 10,777 | 9,143 | 89,877 | 582 |
| 1989 | 50,138 | 14,741 | 4,866 | 10,764 | 9,125 | 89,635 | 573 |
| 1991 | 48,214 | 13,624 | 4,807 | 10,384 | 8,405 | 85,436 | 527 |
| 1993 | 47,019 (44.35) | 13,420 (12.72) | 4,771 (20.91) | 10,234 (24.30) | 8,004 (18.11) | 83,450 (26.02) | 521 (8.58) |

単位：千rai (1rai = 0.16 ha)

()の数字は1961年と1993年の陸地面積に占める森林の割合(%)である。

出典：Forest Information Service Bureau (1994)

象が、地形学・地質学的研究により徐々に解明されてきた。(Sinanuwong & Takaya, 1974; Furukawa & Wichaidit, 1986; Hattori, 1993; Furukawa, 1992)。また、土壌学的考察は木村・高井(1990)、三土(1990)などによって行われている。さらに、人口圧の増加にともない、壊滅的な森林破壊が進み、塩を含んだ地下水水位の上昇のために塩類化が加速されたことを強調しているものもある(Miura et al. 1992; Puengpan, 1992a)。広大な土地の地表面に白い塩が吹き出している光景は、乾季の東北タイの最も印象的な風景の一つである。

塩害地の植生回復計画に必要なのは、塩害土壌の適切な評価である。この点に関しては、すでにタイ国の国土開発局が塩害の被害程度を7段階に区分した地図を作成済みである(Department of Land Development, 1991)。表3-2-7に塩害の程度の区分と、東北タイにおける分布割合を示した。それによると、東北タイの全面積の約30%が塩害の様相を呈する地域であり(Class 1-4)、8%程度はすでに大きな被害を受けている(Class 1-3)。次の段階としては、このうち、いずれのクラスに属する土壌が改善可能かという評価が必要となる。深刻な塩害地とは先の評価でClass 1 & 2に属し、このような土地はもはや容易に回復することができない。したがって、その周辺のClass 3 & 4の土壌に予防的措置を執ることが最も重要で、その効果も大きいと考えている。一方、土壌侵食の評価も同様に行われている(Department of

表 3 - 2 - 7 東北タイの塩類土壌区分と分布割合

| Class | Degree of salt affected | Coverage | Area (rai) | Percent |
|-------|-----------------------------------|----------|------------|---------|
| 1. | Very severely | 50% | 35,276 | 0.52 |
| 2. | Severely | 10-50% | 75,972 | 1.12 |
| 3. | Moderately | 1-10% | 443,317 | 6.52 |
| 4. | Slightly | <1% | 1,460,317 | 21.46 |
| 5. | Hilly area, rock of Maha Sarakham | | 1,352,173 | 19.87 |
| 6. | No | | 2,641,331 | 38.82 |
| 7. | Mountain | | 525,249 | 7.72 |
| | Water body | | 270,109 | 3.97 |
| Total | | | 6,803,744 | 100.00 |

表 3 - 2 - 8 東北タイの土壌侵食区分と分布割合

| Class | Degree of soil erosion | Run off | Area (rai) | Percent |
|-------|------------------------|--------------|------------|---------|
| 1. | Very slightly | 0-2t/rai/ha | 2,918,147 | 42.89 |
| 2. | Slightly | 2-5t/rai/ha | 1,030,440 | 15.15 |
| 3. | Moderately | 5-20t/rai/ha | 2,031,387 | 29.86 |
| | Rock land | | 63,637 | 0.93 |
| | Mountain | | 487,066 | 7.16 |
| | Water body | | 273,067 | 4.01 |
| Total | | | 6,803,744 | 100.00 |

単位 : rai (1 rai = 0.16 ha)

Land Development, 1993)。ここでも、Class 3に属する侵食を受けている地域が30%存在する(表3-2-8)。

これらの気候的、土壌学的要因を考慮に入れると、東北タイの砂漠化のメカニズムは凡そ以下のように要約できる。森林破壊が始まると低地の水田では塩類集積が、緩傾斜の台地上の畑では侵食が、同時に引き起こされる。一度、塩類集積が起これば水田が放棄されると(塩害 Class 1 & 2)、これまでのように用水路等からの水の積極的な導入は行われなくなる。その結果、低地には引き続き過剰の塩分が集積することになる。この塩分は水田周囲のやや高い位置にある畑(塩害 Class 3 & 4、侵食 Class 3)にまで広がり、キャッサバやケナフなどの畑作物の栽培が不能となり、今度は畑が放棄される。放棄された畑は水田との境界付近から土壌侵食によって不毛化する。こうして塩害と侵食は同時に進行し、荒涼たる未利用地が広がる。この未利用地には限られた種類の雑草しか生えない。特に、湿性の低地では赤茶けた耐塩性のイネ科植物が覆いつくすことになる。一方、塩類集積が昔から続き、塩の生産活動が行われてきた跡地には、トゲを有する2~3の好塩性植物がスポット状に群生するのみである。

図3-2-3には、砂漠化と人間活動に関する概念モデルを示した。

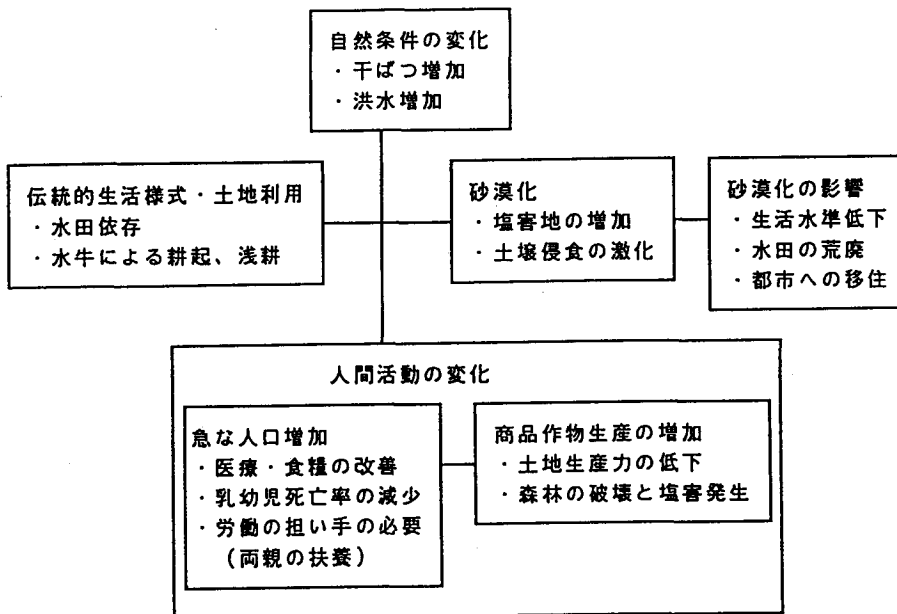


図3-2-3 東北タイの砂漠化と人間活動に関する概念モデル

4. 東北タイのさらなる砂漠化防止技術の開発

不毛化した土壌の環境緩和作用を回復する目的で、国土の緑化や放棄農地の有効利用を目指した植林プロジェクトはタイ国内にも多数存在する（例えば、Yoda & Sahunalu, 1991）。タイ国は古くからチークなどの有用な国内種の植林を実施してきた。また、より速やかな成長を示す樹種のスクリーニングを行っている（例えば、Sahunalu & Tanpibal, 1985）。しかし、苗木の確保が難しい、初期成長が遅い、定着後林木の利用が可能となるまでの時間がかかりすぎる、材の利用価値が低いなど、種々の問題のために現実的に有効な方策が見つからなかった。1970年代の終わりから、痩せ地に適応し、かつ生育のきわめて早いユーカリ、アカシア、モクマオーなどの外来種を用いた試験が、大学、王立森林局、林業公社などの手によって精力的に始められた。ユーカリなどは4-5年で樹高20m近くにまで育つケースが確認されたのとはほぼ同時期に、大土地所有者は紙パルプ用のチップ材として比較的肥沃度の高い地域に外来種の植林を始めた。多くのキャッサバ畑がユーカリの植林地に変わったのは1985年頃からである。パルプチップの生産は、キャッサバ澱粉の生産よりも投資効率が良いからである。さらに、国土の緑化を目指した国レベルでの植林が推進され、不法占拠ではあったが、当時入植していた庶民の生活を奪い政治的問題に発展した。そのため、1990年の終わりに、国立研究機関（主に王立森林局）ではユーカリの苗木を作ることを禁ずる旨の国王命令が出された。しかし、地球環境問題に対する意識の高まりを受け、国土緑化が優先され、再びユーカリの苗木を作ることが許可されるようになった。いかなる植物も満足に生育できないのであれば、早急に地上植生を回復できる方策を採る方が賢明であろう。

水田やキャッサバ畑の広がる白っぽい砂地のやせた土地の景観にはユーカリ植林地が似合わないという意見も多く聞かれる。また、ユーカリは土壌水分を旺盛に吸い上げてたくましく成長するため、他の植物の生育を抑制するという点がしばしば指摘される。さらに、ユーカリは他感作用物質を分泌し、林床に下草さえ生えないというアレロパシー現象も確認されている。ただし、全てのユーカリ植林地にアレロパシー現象が発現しているわけではなく、今後の検討が必要である。1996年の現地における観察では、雑草が群生している植林地をたくさん見かけた。いずれにせよ、下草が生えにくいとすると、東北タイで頻発する乾季の野火を減少させることに貢献することになる。これらの点を考慮に入れると、危急に植生を回復する術がない現状では、塩害地でのユーカリの植林のメリットはデメリットを上回ると考えられる。アカシアはユーカリに比べると若干生育が遅く、樹幹が大きくなりすぎるため植栽密度を高くできないという問題はあるが、有力な植林木の候補である。

東北タイで行われている研究調査プロジェクトの大部分は深刻な塩害地とその周辺をいかにして利用するかという点を中心にした手法を取っている。例えば、Nagase (1992)では、塩害を受けた水田にセスバニアを栽培し、緑肥として土壌へ混入すると同時に、もみ殻マルチを行い、さらに家畜の侵入を防ぐことによって塩害地の生産力が回復できるとしている。また、Subhasaram et al. (1992)は、塩害の最も深刻な低地には地中 10cm あたりに不透水層が存在し、乾季には毛管現象による塩の表層への移動を妨げ、効果的な塩害防止策となることを実験的に示している。また、塩害地では雨季には強還元条件下で生育できる *Fimbristylis miliacea* Vahl、乾季には塩害に強い *Panicum repens* L. といった限られた雑草しか生えない点に注目し、低地での不毛化現象は塩害と強還元条件によると論じている。

緑肥作物としてのセスバニア、牧草としてのローズグラスの利用も検討され一定の成果を上げているが (Subhasaram et al., 1992)、長期的視野に立った土壌保全対策としては優れているものの、塩害の現状を速やかに回復する性質のものではない。また、これらの作物の栽培自体が現金収入につながらないのも、その普及を困難にしている。つまり、植生の回復や営農による塩害地の減少を目指しながら、同時に進む土壌の塩類化を止めることにはなっていないからである。むしろ、深刻な塩害地よりはるかに広大な分布面積を占めており、近い将来不毛化が予測される周辺域を対象とした実践的な研究が必要である。放棄された塩害農地は低地に存在するため、土壌侵食にともなう外縁部からの塩を含んだ土壌の流入を植生の力を借りて防ぐことが重要であろう。一度植生が成立すれば、その効果は、短期的のみならず、長期的にも期待できる。国土の緑化と地域住民の利益を両立するには、林木と作物を組み合わせたアグロフォレストリーの手法を用いるのが最善策であろう (Puengpan et al., 1992b; Ishida et al., 1993)。

土壌侵食防止という物理的な保全対策により、塩害という化学的な減少を同時にくい止めることの利点は大きいと考えられる。侵食防止対策が奏功すれば、土壌を固定し、植物による根系の発達で地下水位の低下をもたらす、最終的に塩害地の大規模な縮小につながる。もっとも、長期にわたる忍耐強い努力が不可欠であるが、タイ国の研究者は十分にその熱意と能力を持ち合わせている。また、新たに農耕システム作りに適した素材を時間をかけて選ぶのではなく、すでに利用可能であることが確かめられている林木や草本を具体的な土壌保全対策として用いることも重要である。その上、農業技術として普及しやすいことが肝要である。地域住民に十分メリットのある換金作物で、マーケティングに関するインフラストラクチャが整備済みか整備可能な商品作物を効果的に組み合わせなければならないのはいうまでもない。

5. おわりにかえて

これらの砂漠化問題は東北タイの『生態環境』の潜在的な資質がもともと豊ではないことに起因するのは明らかである。このような共通の生態環境下にあるという意味で、東北タイ全域が同じ『地域』という概念で1くりにまとめることができよう。したがって、東北タイでは『地域』の共通要素が『生態環境』であるということになる。

この『地域』と『生態環境』が同義にならないのは『地域』の中、あるいは両者の接点に人間活動が存在するからである。人間活動によるインパクトが『生態環境』に働きかけるとき、『生態環境』が豊であるか否かによって、あるいは、インパクトの大きさによっても『生態環境』にみられる反応は異なる。

東北タイの例は、ここ数十年の間の山地からのラオスの人々の流入が大きなインパクトのひとつであった。もともと低地は古くから住んでいたラオ族によって利用されていたため、土地を持たない移住民は焼畑という活動によって急速に森林を開墾した。また、商品経済の発達によって、単一の畑作物の大規模栽培が主流になった。かくして、潜在的に貧しい大地は、容易にしかも迅速に不毛化していった。これらの状況を重く受け止めた政府および政府系機関は、移住民の定着をはかり一定の成果を挙げたが、不毛化した大地の生産力の回復はきわめて困難であるというのが今も変わらぬ現状である。

過去の『生態環境』が比較的安定であったのは、『地域』の人口圧が低い状態で平衡関係にあったためである。したがって、荷重の強すぎるインパクトを回避するために人口圧を和らげ、農業技術などの支援を積極的に導入することが、現在の熱帯における諸問題解決の基礎になると考える。基本に立ち返って、土地生産力の評価、土地利用のモデル形態および利用技術の提案を、迅速かつ適正に行うことが是非必要となろう。

参考文献

Department of Land Development (1991) Salt-affected land map in Khon Kaen Province.

Bangkok, Thailand, 28p.

Department of Land Development (1993) Soil erosion map of Khon Kaen Province. Bangkok,

Thailand, 28p.

Forest Information Service Bureau (1994) Forestry statistics of Thailand 1994. Royal Forest

Department, Bangkok, Thailand.

- Furukawa, H. and Wichidit, P. (1986) Salt and sinkhole – Corrosion as a principal factor governing topography and mass movement in northeast Thailand. *South East Asian Studies*, 27, 3–34.
- Furukawa, H. (1992) In (Ed.) Furukawa, H. Finalized working documents on "Application of reforestation and agro-forestry to soil management in Korat Plateau" submitted to the Mekong Secretariat. 116p.
- Hattori, T., and Kyuma, K. (1978) The soil and rice growing. In (Ed. Ishii, Y.) Thailand: A rice-growing society. Monograph of the Center for Southeast Asian Studies, Kyoto University Press of Hawaii, Honolulu, USA, 192–202.
- Hattori, T. (1993) Soil salinity in Korat Basin, Report of ADRC short term expert. Agricultural Development Research Center, Thailand. 28p.
- Ishida, H., Chairaj, P., Morakul, P., Vibulsukh, N., Boonyong, B., and Wongwiwatchai, C. (1993) Technical Paper No. 10. Agricultural Development Research Center, Thailand. 45p.
- Japan International Cooperation Agency (JICA). (1990) Integrated rural development of salt-affected land in Northeast Thailand. Interim report. Thailand, 170p.
- 木村真人・高井康雄 (1990) タイ国塩性土壌の特性とその改良. *日本土壌肥科学雑誌* 61, 538–544.
- Kohyama, K., Wichaidit, P., Pramojanee, P., Sukchan, S., and Wada, H. (1993) Part 1: Salinization in the watershed of Northeast Thailand. In (Eds. K. Kohyama and T. Subhasaram) Salt-affected soils in Northeast Thailand. Their salinization and amelioration. Technical Paper No. 12. Agricultural Development Research Center, Khon Kaen, Thailand, 55p.
- Meteorological Department (1987) Climatological data of Thailand, 30-year period (1956–1985). Ministry of Communications, Bangkok, Thailand, 20p.
- Mitsuchi, M., Wichaidit, P., and Jeungnijirund, S. (1986) Outline of soils of Northeast Plateau, Thailand. Technical Paper No. 1, Agricultural Development Research Center, Khon Kaen, Thailand, 65p.
- 三土正則 (1990) 東北タイの問題土壌. *日本土壌肥科学雑誌*, 61, 323–329.
- Miura, K., Wichaidit, P., and Subhasaram, T. (1990) Genetic features on the major soils in Northeast Thailand. Technical Paper No. 8, Agricultural Development Research Center, Khon Kaen, Thailand, 108p.

- Miura, K., Tulaphitak, T., and Kyuma, K. (1992) Pedogenetic studies on some selected soils in northeast Thailand. I. General soil characteristics. *Soil Sci. Plant Nutr.*, 38, 485–493.
- Nagase, K. (1992) Improvement of salt injured paddy field in Tung Kula Rong Hai, northeast Thailand. In *Proc. of Int. Symp. on Strategies for Utilizing Salt Affected Lands*. Bangkok, Thailand, 519–531.
- Patcharapreecha, P., Taja, D., and Wada, H. (1990) Soil acidity as affected by salt in sandy soils of northeast Thailand. *Thai J. Soils Fertilizers*, 12, 38–49.
- Puengpan, N., Subhasaram, T., Patcharapreecha, P., and Wada, H. (1992a) Characteristics of salt affected soils in northeast Thailand with special reference to soil–plant relationships. In *Proc. of Int. Symp. on Strategies for Utilizing Salt Affected Lands*. Bangkok, Thailand, 97–105.
- Puengpan, N., Subhasaram, T., Ninaki, M., and Wada, H. (1992b) Cultivation of Eucalyptus and rhodes grass at the salt–affected areas in northeast Thailand with special reference to soil–plant relationships. In *Proc. of Int. Symp. on Strategies for Utilizing Salt Affected Lands*. Bangkok, Thailand, 457–465.
- Subhasaram, T., Puengpan, N., and Wada, H. (1992) Simple and feasible technique to suppress salinization and to cultivate plants in moderately to strongly salt affected areas on northeast Thailand. In *Proc. of Int. Symp. on Strategies for Utilizing Salt Affected Lands*. Bangkok, Thailand, 232–240.
- Sinanuwong, S. and Takaya, Y. (1974) Saline soil in northeast Thailand. *Southeast Asian Studies*, 12, 105–120.
- Tanpibal, V. and Sahunalu, P. (1985) Species trials of some terrestrial plants on the tin mine spoil land. *Proc. of Seminar on Problems and Guidelines for Mine–spoil Reclamation*, Phuket, Thailand, 184–197 (In Thai with English summary).
- Vityakon, P. (1993) The traditional trees–in–paddy fields. Agroecosystem of Northeast Thailand: Its potential for agroforestry development. Working paper No.34. East–West Center, Honolulu, Hawaii, USA, 29p.
- Watabe, T. (1978) The development of rice cultivation. In (Ed. Ishii, Y.) *Thailand: A rice–growing society*. Monograph of the Center for Southeast Asian Studies, Kyoto Univ. University Press of Hawaii, Honolulu, USA, 3–14.

Yoda, K. and Sahunalu, P. (1991) Improvement of biological productivity of tropical wastelands in Thailand. Osaka City University. 350p.