

熱帯低湿地開発の諸問題

久馬 一 剛*

Problems Related to Coastal Lowland Development in the Tropics

Kazutake KYUMA

Faculty of Agriculture, Kyoto University

I. 東南アジアの低湿地—マングローブ林と湿地林—

一般に、熱帯圏に特異的に低湿地が多いとは言えないかもしれないが、東南アジア熱帯には確かに低湿な条件にある土地が際立って広く分布しているといえそうである(表1参照)。このことが東南アジアを世界の米の主産地にした条件の一つであることは、すでに指摘したところである(Kawaguchi and Kyuma, 1977)が、ここでは今後の東南アジア熱帯における低湿地開発に際し、如何なる問題に直面するかについて考えてみることにしたい。

開発の対象となる低湿地という限定をおくと、すでに水田地帯としてほとんど開発されつくした大陸部東南アジアのデルタ主要部は考慮から外すことになる。したがって、ここでの論議は大陸部ではデルタの先端部にあるマングローブやニッパで覆われた潮間帯の湿地を、また島しょ部ではマングローブのある汽水性の湿地とその内陸側に広がる淡水湿地林で覆われた泥炭湿地を主たる対象とすることになる。

ところで、低湿地を上のようにマングローブ林や湿地林で覆われた農業的に未利用の低地に限定した場合、どれぐらいの面積になるかを資料によってみてみると、表2と3によ

て、マングローブ林の面積は約500万ha(Christensen, 1979)、湿地林の面積は約2,000万ha(Driessen, 1978)と見積もられている。マングローブについては世界の他の大陸における分布面積を示すデータがないが、種数の多さなどから東南アジア熱帯がマングローブの起源地であるとされていることを考慮すると、世界における東南アジアのマングローブ面積のシェアは小さくないものと思われる。また湿地林については表3に明らかなように、世界の熱帯湿地林の総面積約3,000万haの実に2/3が、面積では熱帯陸地の僅かに1/11しかない東南アジアに集中している。このことは湿地林が東南アジア島しょ部に特異的な景観であることを示すものにほかならない。以下には東南アジアの自然の特徴を見る中で、そのことの原因を考えてみよう。

II. 東南アジア低湿地の気候・地質・地形・地史

東南アジア大陸部にある大河の作るデルタは、いずれもKoeppenの熱帯サバンナ気候(Aw)区に属し、雨季には過剰な水で湛水されるが、乾季には逆に土壌を極端な乾燥条件にさらすことになる。他方東南アジア島しょ部

Table 1 Importance of Alluvial Land
(in million hectares)

	Land Area		Alluvial Soil Area	
	Total	Potentially Arable	Total	Potentially Arable
World	13000	3152	588	316
Asia*	2704	620	—	192
Tropical Asia	987	344	168	114

*Excluding USSR

(Source: World Food Problem, White House, 1967)

の大部分は、Koeppenの熱帯雨林気候(Af)区に属し年間を通じて潤潤であるか、乾季はあっても短期間かつ微弱である。このように東南アジアの大陸部と島しょ部の区分は、ほぼ正確にケッペン(Aw, Af)の2気候区に対応しており、これはまた大陸部と島しょ部の植生型の違いにも対応している。すなわち島しょ部の主要地域では、高層木が40~60mにも達する多層構造の密な熱帯雨林が成立するのに対し、大陸部低山帯では樹高も低く、より疎開した半落葉ないし落葉季節林が優占する。

この植生の差は地表の被覆を通じて土壌侵食状況にも反映され、島しょ部の熱帯雨林気候域では降水量が多いにも関わらず侵食による表土流失が少ないのに対し、大陸部の熱帯サバンナ気候域ではもともと植生が疎である上に、早くから人間が干渉を加えてきたという歴史的な事情もあって土壌侵食が激しいということになる。ひいてはそれが大陸部と島しょ部での海岸低湿地の土砂堆積過程の差異を引き起こし、陸化の速度や土地利用をも規制する結果となっていると考えられる。

さらに大陸部にはヒマラヤをはじめとする大山塊があって大河の源流地域となり、大量の土砂の供給源となるのに対し、島しょ部では一般に山塊が小さく高度も低いので土砂供給のポテンシャルは本来小さく、また河川の規模も小さいために土砂の運搬量も少ない。これに加えて、土砂の堆積を受けるべき海岸域の特殊性をも考慮に入れる必要がある。いわゆるスンダ陸棚の存在である。

スンダ海は最大水深70m程度の浅い海であるが、洪積世の最終氷期には海面の低下によってスマトラ、ボルネオ、ジャワは大陸部と一続きの陸地—スンダランド—をなしていたと考えられている。スンダ陸棚は最終氷期以後の海進によって海面下に沈んだスンダランドの準平原面に他ならない。このようにスンダ陸棚に面する海岸はもともとの準平原面によって規定される遠浅の海底に、海進の過程で積った粘土やシルト質の堆積物が乗っているものとして理解することができる。最終氷期以後の海進は、今から約6,000年ぐらい前のいわゆる後氷期高温期に最高水位に達したものと思われ、それ以後は変動はあるものの僅かに海退が起こって現在の海岸線を示していると考えられる。しかしここで注意すべきは、スンダ陸棚に面する遠浅の海岸では、この僅かな海退で新たに露出した陸地の広がりも極めて大きかったと考えられることである。

上に述べたことを総合して考えれば、東南アジアの低湿地のもつ特殊性が浮び上がってこよう。大陸部では気候的にも、地質・地形的にも土砂の供給が大きく、これが浅い海に運ばれるために大河のデルタはよく発達し、現在も海岸湿地は埋積されて年々デルタは成長を続けて

いる。それに対し島しょ部では、気候的にも地形的にも土砂の供給量が小さいにもかかわらず、埋積すべき低湿地の広がりも大きく、このアンバランスが広大な泥炭湿

Table 2 Mangrove Areas in Southeast Asia

Burma	500,000ha
Thailand	317,700
Cambodia	?
Malaysia	688,459
Indonesia	3,000,000?
Philippines	251,577
Vietnam	300,000?

(Source: Christensen, 1979)

Table 3 Distribution of Tropical Peat Areas in the World

	Location	Tropical Peats (ha)
Asia	Thailand	200,000
	Vietnam	1,500,000
	Peninsular Malaysia	800,000
	Sarawak, Sabah, Brunei	1,650,000
	Kalimantan	6,265,000
	Sumatra	9,700,000
	Irian Jaya	70,000
	Papua	500,000
	Others	1,500,000(?)
	Subtotal	22,185,000
	Africa	Kenya/Uganda
Zaire		1,000,000
Others		1,500,000 to 2,000,000(?)
Subtotal		3,000,000 to 3,500,000
America	Guianas	500,000
	Brazil	1,000,000
	Colombia	350,000
	Venezuela	3,000,000
	Others	300,000(?)
	Subtotal	5,150,000

(Source: Driessen, 1978)

地を生起させることになったと考えられる。このように気候、地質、地形、地史の特異な組合せがあつて、東南アジア島しょ部の特異な景観としての湿地林が成立したものと考えられる。

Ⅲ. 低湿地の土壌—酸性硫酸塩土壌と泥炭土壌—

以上のように、ここでの議論の対象をマングローブ林と湿地林で覆われた沿岸低湿地に限ることにすると、これらがそれぞれ特殊な性質をもつ問題土壌—酸性硫酸塩土壌と泥炭土壌—と結びついていること、従つてその開発に当つては深刻な土壌問題に直面するであろうことを予期させる。以下にはこれら土壌のそれぞれについて問題点を抽出し概説することにした。

1. 酸性硫酸塩土壌

マングローブ林下の汽水性堆積物がパイライト (FeS_2) を含み、マッドクレイともよばれる潜在的酸性硫酸塩土壌であることはすでによく知られている。自然あるいは人為による陸化に際しての堆積物の熟化過程で、パイライトが酸化しキャットクレイとよばれる酸性硫酸塩土壌に転化すると、強い硫酸酸性のため農地として、あるいは養魚池としての利用を阻害することになり、現在東南アジアの各地で問題を生じている。

マングローブは比較的海流のおだやかな内湾や河口域の海水ないし汽水性の環境に成立する特殊な森林であるが、一度定着するとその特異な根系によって土砂の堆積を促し、陸化を進める傾向がある。また大量の有機物を底質に供給するために、根域を嫌氣的にし、海水由来の硫酸根を還元して硫化物を作り、これを底質中に蓄積する。この硫化物の安定な蓄積形態がパイライトにほかならない。

このようなマングローブ林下の堆積物が、前進する海岸線の浜堤と河川の自然堤防に囲まれた湿地として海から切り離された形でデルタの中に取残された例は各地に見られ、メコンデルタの「芦の原 (Plain of Reeds)」やチャオプラヤデルタのランシット—オンカラック地区などはよく知られた例である。農地としての大規模な開発が図られるのはこの場合であり、現に存在する海岸のマングローブ林を切払つて農地を開発しようとするのは稀にしかないとされる。しかし近年東南アジア各国で進められている養魚池の開発はすべて、現在海岸にあるマングローブを潰して人工の池を作る方式で行なわれており、これが急激なマングローブ林の面積減少を引き起こしている主因である。マレーシアあたりで、木炭用に大規模にマングローブを伐採する場合には、跡地に適当なマングローブ樹種を植栽する慣行ができており問題は

小さいが、養魚池の開発は根こそぎマングローブを取除くわけであり、大きい問題を生ずる。

農地開発の場合にも養魚池の開発の場合にも共通する問題は、土壌の酸性化により十分な利用がなされないままに放置あるいは放棄されるケースのあることである。養魚池では土盛りをした堰堤部でのパイライトの酸化で、流入する酸によって池水の pH が < 5 に下がると養魚池としては使えないという。農地の場合には乾土の pH が 4 を越えれば水田としての利用は可能になるが、自然のプロセスに頼つてそこまで pH を上げることは容易でない。なぜなら海岸の低湿地に多い粘土質の堆積物では、土塊の中にとじ込められたパイライトが全部酸化されるまでには非常に長時間を要するし、また水の降下浸透もあまり起らないので生成する酸を有効に洗浄することもできない。それだけでなく少し pH が上がると、パイライトの酸化中間産物として生成する塩基性硫酸第二鉄としてのジャローサイト $[\text{KFe}_3(\text{SO}_4)_2(\text{OH})_6]$ が加水分解してまた酸を遊離する。このようにパイライト含有堆積物の酸化と土壌の改良過程は極めて緩慢にしか進まないが、遊離された硫酸があらかじめ洗浄されたとして土壌の pH はどれぐらいになるのであろうか。van Breemen (1976) は水田のように年間に湛水する期間がある場合に、硫酸酸性を示す土壌が最終的に到達する pH は 4.5~5 となることを理論的に説明したが、これは多くのデルタ土壌や干拓地土壌についてのデータで裏付けられている。

もっと積極的に酸性硫酸塩土壌を改良しようとする、やはり適当な深さまでの排水と酸化を促し、天水あるいは良質の灌漑水で、生成する酸や塩基性硫酸塩などを洗浄してやる必要があらう。農民レベルでは土地の一部を盛り上げたり、高うねを立てて堆積物の酸化と洗浄を促進する方法がとられ、ココナツや水稻が作られている。インドネシアではスルジャン (surjan) システムという幅の広い高うねを立てる方式があつて低湿地で広く見られる。バンコク周辺の小輪中と高うねの組合せも同じ意図に出ている。

このようにしてある程度積極的な熟成酸化と生成物の洗浄の効果が上がった上でなら、石炭施用によって残りの酸を中和することも現実的な改良策となる。van Breemen and Pons (1978) の計算によれば、3% のパイライトを含む土壌を石灰施用だけで深さ 50 cm まで中和しようとするれば、かりに生成した酸の半量が洗浄によって除去されたとしても、なおかつ 150 トン/ha の石灰が必要となるという。このような大量の石灰の投入が経済的に引合わないのはいうまでもないが、かりに資材があつたとしてもともと低湿な足場の悪い場所に、この大量の石灰を運搬し散布することの困難さも忘れてはなるまい。

このような酸性硫酸塩土壌の改良の困難さを考えると、マングローブ林下に堆積したパイライト含有堆積物の、農地としてあるいは養魚池としての利用は十分慎重な考慮の上でなされねばなるまい。メコンデルタでは、長く低利用状態におかれていた「芦の原」に、ベトナム戦争後水田開発を試みたが結局は成功せず、もともとこの地に自生していた *Melaleuca leucadendron* (マレー語でグラム、英語では俗に paper bark tree) を再植林した地域があるという。養魚池としての開発の場合には土壌問題だけでなく、さらにマングローブ林の保全の視点が重視されねばならない。マングローブが果している海岸線の保護、魚の産卵やふ化の場所の提供などいろいろの機能を考慮する必要がある。

2. 泥炭土壌

湿地林が淡水湿地にたまった仮比重が0.1~0.2程度の泥炭の上にありながら、有用な大径材を産出している事実は驚嘆に値する。熱帯泥炭はほとんどすべて木質泥炭であるが、温帯の高位泥炭と同様、広い泥炭地の中央部

ではドーム状の隆起を示し、その厚さが10m以上にも達する場合がある。もちろんこのようなドーム状泥炭の頂部では、植生はマレー語でバダゲン林とよばれる貧弱なものとなっている。

現在熱帯泥炭の開発はインドネシア、マレーシア、タイの各国で急速に進められつつあるが、その中で主要な問題は次の3点に要約できよう。

- 排水による土地の沈下；脱水、収縮、泥炭の分解などにより急速に土地の沈下が起こり、さらなる排水を余儀なくされ、ついには泥炭の消滅に至る。
- 泥炭の貧栄養性；温帯の高位泥炭と比較してもさらに貧栄養である。
- 水稲の不稔；水稲は泥炭の持続的利用に最適の作物なのであるが、青立ち不稔のためこれまでのところ栽培に成功していない。

さらにいえば、泥炭の消滅後にマッドクレイが地表に現われ、酸性硫酸塩土壌化して困っている例が多い。泥炭地開発に際して注意深い事前調査が不可欠である所以である。今上で述べた問題点のそれぞれについて、現在われわ

Table 4 Total Respiration, Rate of Peat Decomposition, Rate of Land Subsidence and Rate of Nutrient Release From Decomposing Peat in Johore, Malaysia

	Ayer Baloi Drained Swamp Forest (AB 1-1)		Pontian Peat Expt. Station (PN 1-1)
Total Respiration (t C/ha/yr)		11.5	21
Rate of Peat Decomp. (t/ha/yr)		14	42
Rate of Land Subsidence (cm/yr) Due to Peat Decomp.		0.73	1.79
Rate of Nutrient Release (kg/ha/yr)	N	24.9	59.6
	P	2.0	4.6
	K	1.4	3.1
	Ca	23.2	1059.1
	Mg	6.2	24.0
	Mn	0.07	1.3
	Fe	14.5	107.5
	Cu	0.02	4.2
	Zn	0.08	1.4

- Note : 1. Rate of peat decomposition at Ayer Baloi was assumed to be 60% of total respiration, the rest being the respiration of living plant roots.
2. Rate of land subsidence was calculated on bulk density of 0.192g/cc for Ayer Baloi and 0.235g/cc for Pontian.

れが実施中のタイ、マレーシア両国における現地研究者との共同研究*の中で得られた成果に基づいてやや詳しく見てみよう。

(1) 排水による土地の沈下には脱水、圧縮、泥炭の分解などの要素が関与している。このうち泥炭の分解はまさに土地の実体が失われることにはかならず、sustainabilityの根幹に関わっている。筆者自身の見聞の範囲でも、南カリマンタンにガンブトという地名のところがあり、今から約50年前に開拓されたと聞いて調査に出向いたことがある。ガンブト (gambut) というのはインドネシア語で泥炭のことであり、もともと泥炭地を開発したところであった。筆者が調査に出かけたのは10何年か前のことであるが、その時すでにそこに泥炭は残っていなかった。この場合には幸い下から酸性硫酸塩土壌が出てこなかったから、なお水田として利用されていたが、場合によっては泥炭の消失と共に放棄されていたかもしれないところである。

マレーシアのジョホール州ポンチアンに泥炭試験地があり、ここでの測定で開発後十数年を経た泥炭の年沈下量は2.5 cm程度に落ち着くことが知られている。この試験地内の裸地と近くにある湿地林の下とで土壌呼吸量を1年間測定した結果年間の呼吸量として表4の値が得られた。この湿地林はすでに排水が行なわれていてインタクトのものとはいえないが、なお40 mにおよぶ高木を含む約290トンの地上部現存量を有している。この森林下で測定した土壌呼吸は、従って、生きている植物の根の呼吸量を含んでいるので、この量を全呼吸量の40%と仮定して差引くと泥炭の分解量が得られる。その値は表に示したよ

うに約14トンであり、試験地の裸地における分解量約42トンの1/3にとどまることがわかった。また試験地で別に測定した泥炭の仮比重をもとにして年間沈下量への泥炭分解の寄与を計算すると70%を超えることが明らかとなった。このように泥炭地開発後ある程度地盤が安定した後の沈下量の大部分は泥炭の分解によるものであり、泥炭の消滅がかなり速やかに起ることをあらためてデータとして裏付けることができた。なお林内での泥炭分解に起因する沈下量は見かけの値であって、この分解量にほぼ見合う有機物が新たに蓄積されていると考えるべきであろう。

(2) 熱帯の木質泥炭の貧栄養性は表5のデータから明らかである。参考として表6に温帯の泥炭について与えられている栄養性の評価基準を示してあるが、これとの比較で熱帯泥炭が如何に極端に貧栄養であるかがわかるだろう。泥炭試験地の表層の分析値でCa, Fe, Mn, Cu, Znが湿地林下での値と比べて異常に高いのは、人為による干渉の結果であると思われる(例えば施肥や道路のラテライト舗装)。

Table 6 Fleischer's Criteria for the Trophic Levels of Temperate Peats

	N	K ₂ O	P ₂ O ₅	CaO	Ash
	in % of Dry Matter				
Eutrophic (富栄養)	2.5	0.10	0.25	4	10
Mesotrophic (中々)	2.0	0.10	0.20	1	5
Oligotrophic (貧々)	0.8	0.03	0.05	0.25	2

(Cited from Driessen and Soeraptohardjo, 1974)

Table 5 Nutrient Content in Some Tropical Peat Samples

Element	Ayer Baloi (AB 1-1 site) Swamp Forest				Pontian (PN 1-1 site) Peat Expt. Station			
	hor. 1	hor. 2	hor. 3	hor. 4	hor. 1	hor. 2	hor. 3	hor. 4
N (%)	0.178	0.112	0.166	0.140	0.142	0.100	0.101	0.107
P (%)	0.014	0.009	0.009	0.007	0.011	0.007	0.006	0.006
K (%)	0.010	0.010	0.013	0.009	0.007	0.008	0.008	0.007
Ca (%)	0.166	0.047	0.051	0.044	2.522	0.317	0.191	0.135
Mg (%)	0.044	0.051	0.048	0.049	0.057	0.058	0.035	0.032
Mn (ppm)	5.111	3.569	2.509	2.849	31.795	10.693	9.614	11.911
Fe (ppm)	1034.279	672.712	346.476	295.150	2559.843	484.870	252.377	323.549
Cu (ppm)	1.644	1.493	1.393	1.763	100.291	6.476	3.794	4.488
Zn (ppm)	5.936	3.934	3.008	3.070	33.410	7.696	4.538	3.622

*文部省科学研究費海外学術研究「東南アジアにおける沿岸域低湿地の土壌生態系の特性と利用可能性」(久馬一剛, 高井康雄, 但野利秋, 米林甲陽, 長野敏英, 鈴木邦夫, 岡崎正規, 金子信博, Pisoot Vijarnsorn, Zahari Abu Bakar)

表4には表5のデータと先に求めた年間分解量のデータに基づいて計算した年間の養分解量をも示してある。ここでも森林下での値は見かけのもので、これらの養分は再循環されているものと思われる。試験地での養分解量のうち、チッソだけは施肥に際してある程度考慮に入れることができるが、リンもカリも極めて少量でほとんど期待するに足りない。なおCu, Mn, Znなどの微量元素は、解放されてもすぐに泥炭の有機物によって安定なキレートとして固定され、実際には植物には有効とならない場合が多いと思われる。

(3) 泥炭地の利用の仕方として、湛水下での水稻栽培は最も優れたものといえよう。なぜなら、もともと低地であって水を得やすいことと、嫌気的な環境におくことにより泥炭の分解を抑制でき、泥炭の保全に資するからである。しかし泥炭の上での水稻栽培には致命的な問題がある。それは水稻の青立ち不稔である。泥炭の上での水稻の不稔現象は、北海道に5万haの泥炭地水田を持っているにもかかわらず、わが国では全くといっていいほど問題とはなっていない。ところがインドネシアでは1950年代のPolak (1952) 以来現在まで、多数の水稻栽培試験はいずれも成功を収めていない。わが国でこれが問題とならなかったのは、泥炭地の水田開発にあたって、いつでも客土が行なわれているためであると思われる。

この水稻不稔の原因としては泥炭につきもののCu欠乏と、泥炭分解過程で遊離されるポリフェノールによる障害が考えられてきた。しかしわれわれのチームで、但野らは圃場ならびにポット試験を繰返し、Cu欠乏もポリフ

ェノールも単独では水稻生育を阻害はするが、必ずしも決定的な不稔の原因ではないことをみており、最近ではホウソ (B) 欠乏が水稻を不稔に導く重要な因子である可能性を指摘している (未発表)。

われわれが別に行なったポット試験の結果を表7に示してあるが、ここでも上に述べたことが裏付けられている。すなわち泥炭単独でも、泥炭にCuを施用しただけでも稔実粒は得られなかったが、泥炭に石灰を施用して酸性を矯正すると少なくともはあっても収量が得られ、さらにそれにCuを添加するとかなりの収量が得られることがわかった。さらにある程度の量の無機質土壌を泥炭の上に載せるか、混ぜてやるとかなりの収量が得られ、もはやCu施用の効果は見られなくなる。この試験ではホウソについての分析を行っていないので、ホウソについては何もいえない。

このように泥炭における水稻不稔問題の解明はかなり進んできたが、現実的な解決の方法を見出すまでにはなお圃場レベルでの試験を重ねる必要があるであろう。

IV. 低湿地の開発はどこまで可能か

上にはマングローブや湿地林で覆われた海岸低湿地の成因、開発に当たっての問題の所在などについて述べてきたが、こういう低湿地はどこまで開発可能なのであろうか。

メコンデルタの「芦の原」のように、デルタの内部に取込まれた元マングローブ下の堆積物の場合には、土壌改良が難しくはあってもこれを開発の対象とすることに

Table 7 Response of Rice on Peat Treated with Soil, Lime, and Copper in Pot Experiments.

Treatment	Straw (g/pot)	Total Grains (g/pot)	Sterile Grains (%)	Filled Grains (g/pot)
P	0.95b	0.00	0.00	0.00
P+Cu	2.49d	0.00	0.00	0.00
P+S(7.5cm)	92.94bc	105.39c	3.40bc	101.81cd
P+S(7.5cm)+Cu	113.14ab	105.06c	2.20c	102.75cd
P+S(15cm)	124.01ab	119.98bc	5.60ab	113.26bc
P+S(15cm)+Cu	162.26a	127.76b	4.40bc	122.14b
Mix/P+S(7.5cm)	97.00abc	103.40c	3.70bc	99.57cd
Mix/P+S(7.5cm)+Cu	96.92abc	108.97c	4.20bc	104.39cd
S	163.73a	160.76a	4.20bc	154.01a
S+Cu	151.46ab	159.77a	3.00bc	154.98a
P+L	38.86cd	45.10d	9.10a	41.00e
P+L+Cu	119.20ab	112.00bc	4.40bc	107.07cd

P; Peat; S; Soil; L; Lime; Cu; Copper

問題はない。大規模な土木工事を起こして灌漑と排水のシステムを整備し、入念に土壌の肥沃度管理をすれば、これを長く農地として利用することが可能である。また土壌の改良の難しさを考慮すれば、場合によっては、排水工事の後で工場用地や住宅地とすることを考える方が得策であるかも知れない。

しかし、現存する海岸のマングローブを伐採して農地や養魚池を開発することには極めて慎重でなければならない。マングローブの果している海岸線の保全や水産資源のかん養のような機能の方が、長期的にみると人間にとってより大きい価値があるかも知れないからである。その意味では、直接マングローブに手を下さないが、マングローブを損うような陸上での開発行為にも注意を払うことが必要である。

湿地林の場合には、開発が必ず排水を伴い、排水が必ず泥炭の分解を伴うことを考えると、ほとんど開発の余地はないということになる。殊に泥炭とその上の湿地林が東南アジアに特有の景観であることを考慮すると、この感が強い。しかしどうしても開発が不可避であるとして、一体どこまで開発できるのであろうか。

ドーム状泥炭の中心部の深い泥炭は極めて貧栄養であるから、これには触れないでおくのが得策であろう。泥炭層の厚さと泥炭表層土の栄養状態との関連をスマトラで調査した結果 (Suhardjo and Widjaja-Adhi, 1976) を援用すると、泥炭層の厚さが2~3mより浅い周縁部では中心部に比べてpH、塩基状態などが相対的によくなるという。より安全側をとって2mを開発可能な限度とすると、全く別に西サラワクで土壌調査をした Andriesse (1972) の引いた線と一致する。そしてこの2m以下の厚さを持つ泥炭の面積は、西サラワクについてみれば、全泥炭面積の14%弱にしかならないのである。ここでさらにもう一つの考慮が必要である。それは泥炭層の下にバイライトを含むマッドクレイが出ないかどうかの考慮であり、特に泥炭層の厚さが1m以下の場合に十分注意しなければならない。なぜなら薄い泥炭は何十年かの間に、泥炭層が全部分解して消失してしまうことを予期しなければ

ならないからである。このようにいろいろな考慮を入れれば、広大な湿地林の面積のうちで開発の対象となり得るのは僅かに数パーセントということになると思われる。

参考文献

- 1) Andriesse, J. P. 1972. The Soils of West Sarawak. Memoir 1. Sarawak Gov't. Printing Office.
- 2) Christensen, B. 1979. Mangrove Forest Resources and Their Management in Asia and Far East. Bangkok ; FAO Regional Office.
- 3) Driessen, P. M. 1978. Peat Soils. In "Soils and Rice", edited by IRRI, pp. 763-779., IRRI.
- 4) Driessen, P. M. and Soeprahardjo, M. 1974. Soils for Agricultural Expansion in Indonesia. Soil Res. Inst. Bogor, Bull. 1 : 41-55.
- 5) White House, 1967. World Food Problem : A Report of the President's Science Advisory Committee. Vol. II, Report of the Panel on the World Food Supply, Washington, D. C.
- 6) Kawaguchi, K. and Kyuma, K. 1977. Paddy Soils in Tropical Asia, Their Material Nature and Fertility. Univ. Press of Hawaii.
- 7) Polak, B. 1952. Cited from Driessen (1978)
- 8) Suhardjo, H. and Widjaja-Adhi, I. P. G. 1976. Chemical Characteristics of the Upper 30cm of Peat Soils from Riau. Soil Res. Inst. Bogor, Bull. 3 : 74-92.
- 9) van Breemen, N. 1975. Acidification and Deacidification of Coastal Plain Soils as a Result of Periodic Flooding. Proc. Soil Sci. Soc. Amer., 39: 1153-1157.
- 10) van Breemen, N. and Pons, L. J. 1978. Acid Sulfate Soils and Rice. In "Soils and Rice", edited by IRRI, pp. 739-761., IRRI.

Summary

Coastal swamp areas are the object of reclamation for agricultural and aquacultural development in southeast Asia. First, reasons for an extraordinarily wide distribution of mangroves and swamp forests in insular southeast Asia were considered in terms of climate, vegetation, geology, geomorphology and geohistory.

Then the problems expected to arise from reclamation of these swamp lands were considered. The present and past mangrove swamps, the latter being broad depressions engulfed in a delta proper due to rapid sedimentation along the delta front, are often associated with pyritic sediments which, upon drainage and reclamation, rapidly develop into acid sulfate soils. The difficulty of their amelioration was discussed.

Swamp forests in the tropics are developed on woody peats that are sometimes more than 10m thick and extremely oligotrophic. Reclamation of swamp forest lands inevitably accompanies drainage, which in turn leads to land subsidence due to dewatering and compaction, and eventually to decomposition of peat itself. Results of a recent study concerning the changes brought about by peat land reclamation were presented concerning oligotrophy, peat decomposition and land subsidence. Sterility of rice on peat was also dealt with based on experimental results.

(Soil Phys. Cond. Plant Growth, Jpn., 63, 43-50, 1991)