

第1回Africa Rice Congress

(2006年7月31日-8月4日、ダラエスサラーム)

- (1) サブサハラのアフリカでは依然として緑の革命実現が悲願となっている。
- (2) 高収量品種の機能を引き出す農業政策(肥料補助、価格保障、市場へのアクセス、灌漑整備、道路整備、適正な機械の普及支援)が重要
- (3) 研究開発者一普及員・農民まで、人間の訓練がカギ
- (4) 技術開発と普及:**NERICAの成功(?)**からわかるようにBiotechnologyは重要だが, Ecotechnology(水田-Sawahのような)も同等に重要:
- (5) 市場で輸入米に対抗できるポストハーベスト技術

国づくりの基本は農家圃場、日本では水田。アフリカではそのような基本的な国づくりが、400年間の奴隷貿易と150年間の植民地支配で阻害

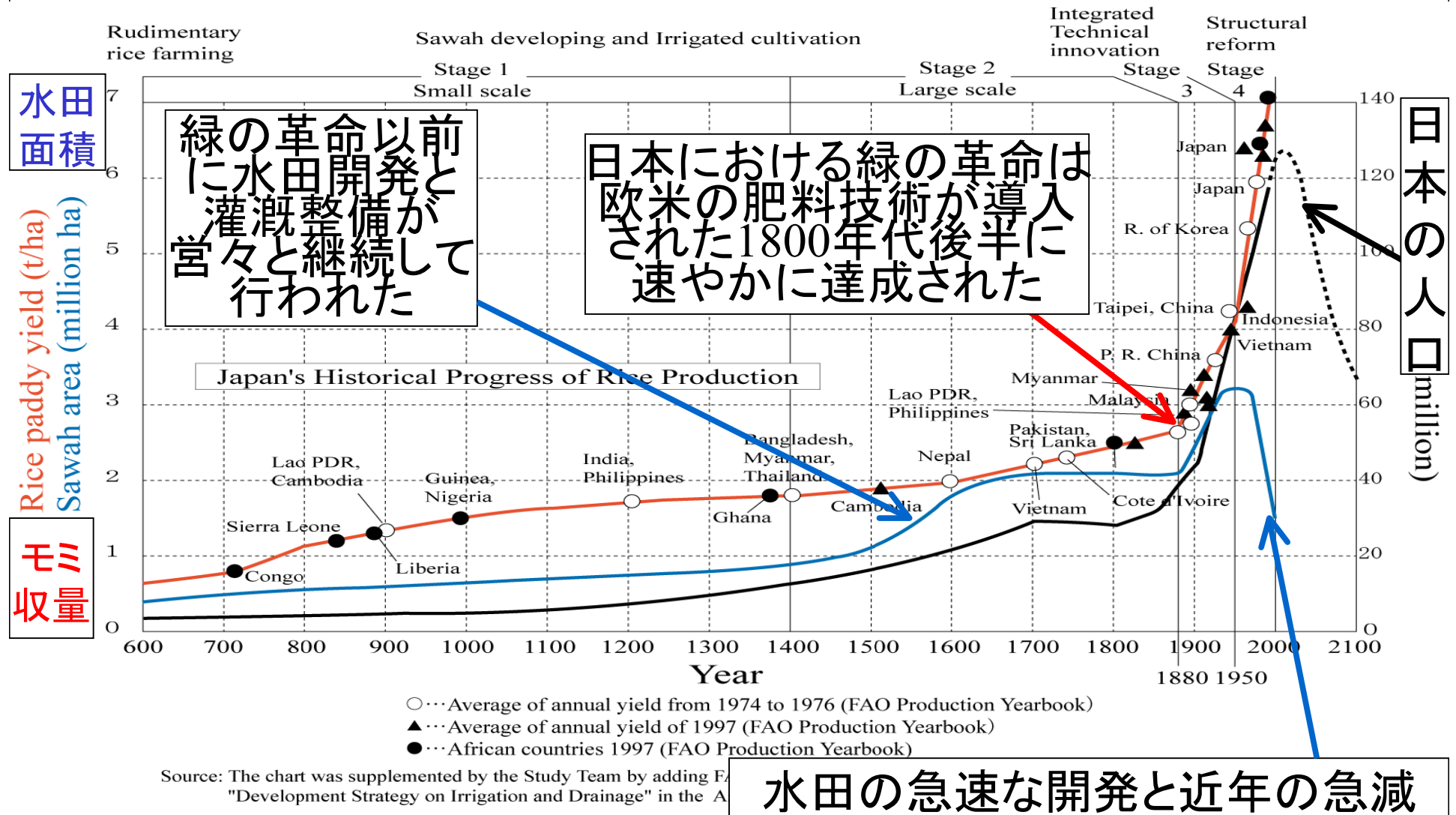
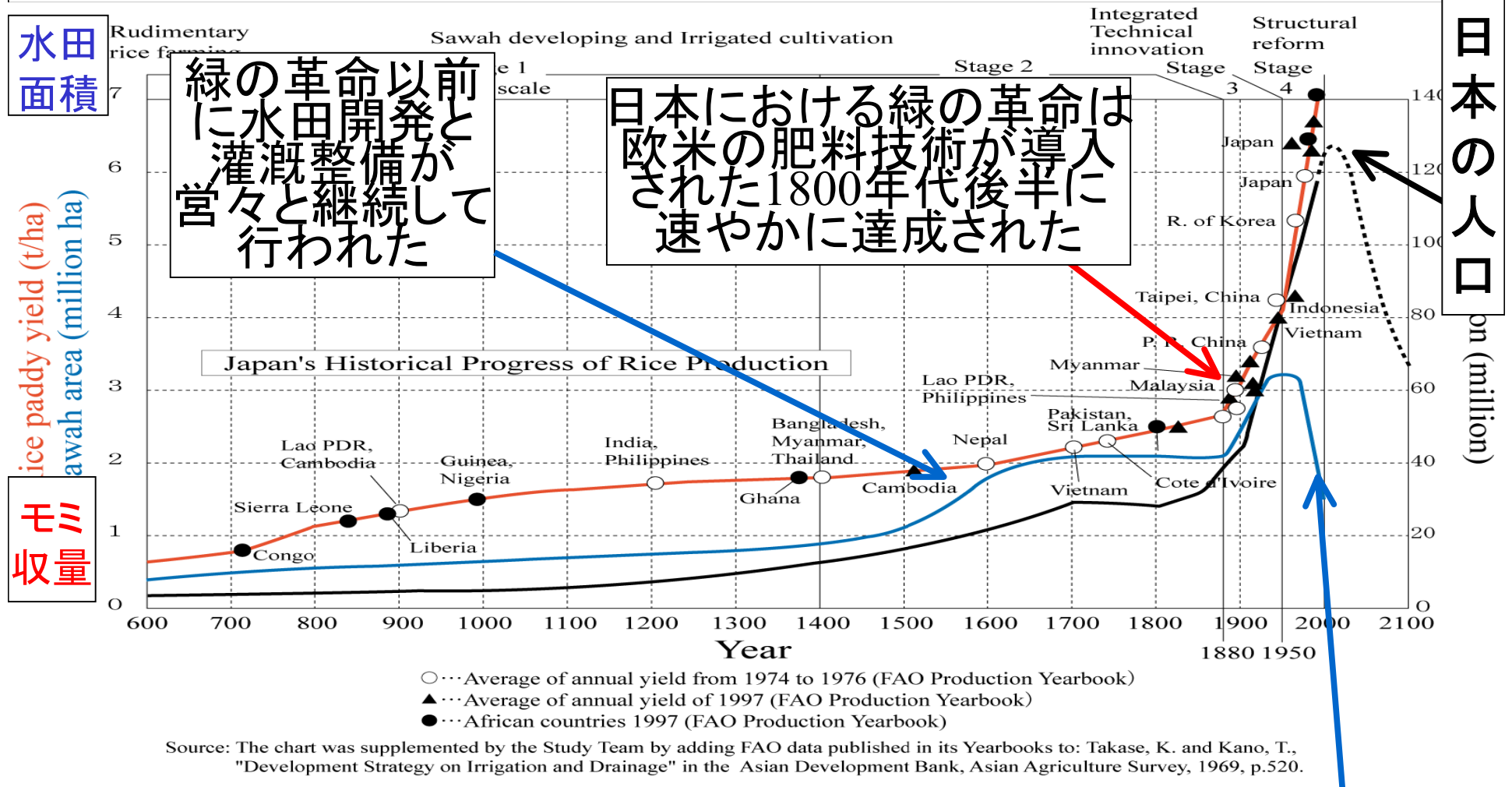


図: 日本の人口、水田開発、面積、モミ収量の歴史的変遷(収量はアジアアフリカ諸国の現状と比較, Takase & Kano, 1969, 大幅に修正)

大化の改新以来の日本の水田面積と籾収量及び人口の変遷。日本の人口は現在2007年がピーク。今後は減少する。その前に水田が減少。
日本の人口動態は世界の動態を60年先取りしている。



明治から1960年まで、水田は急速に拡大。その後急減。里山水田は今後の60年でどうなるか？

表5、バイオテクノロジーとエコテクノロジーの比較

(1) **水不足**: 深根性、C4性、浸透圧調節遺伝子等

溜池、堰、井戸、畦、床締、均平化、代掻き、
土・水管理-----アフリカの生態環境では？

(2) **貧栄養**: リン酸、微量元素等吸収促進遺伝子

湛水や土・水管理、有機物管理で酸化・還元やpH
調節、施肥、混作----アフリカの生態環境では？

(3) **雑草**: 早い成長、光競合性遺伝子

湛水や移植や土・水管理、混作等----アフリカの生態
環境では？

(4) **病害虫**: 各種病害虫耐性遺伝子

施肥や土・水管理、混作----アフリカの生態環境では？

問題はBiotechnologyはシンプルで新しく、流行の分野、Ecotechnology
は伝統技術で、古く、**泥臭い仕事**なので、研究に値するようには見え
ない。現地の生態環境と社会の特徴を**広く深く長く**知る必要がある。

サブサハラアフリカにおける 緑の革命実現の中心技術は何か？

(1) アジアやラテンアメリカの緑の革命

バイオテクノロジー：品種改良：農林10号(矮性遺伝子 sd1)が発端 となった高収量品種

(2) 日本の緑の革命：明治期に欧米から入った 化学肥料
技術

(3) サブサハラのアフリカの緑の革命：CGセンターや
SG2000の誤り：40年前のアジアと同じ成功戦略(品種改
良)が有効ではないことは、過去30年の活動で明らか。

(4) **エコテクノロジー：稲栽培地の生態環境の改良**：水田
整備が緑の革命を可能にするというのが水田仮説。

**問題はアジアとアフリカの生態環境と社会経済環境の
違いと、この分野における研究開発普及活動の少なさ。**

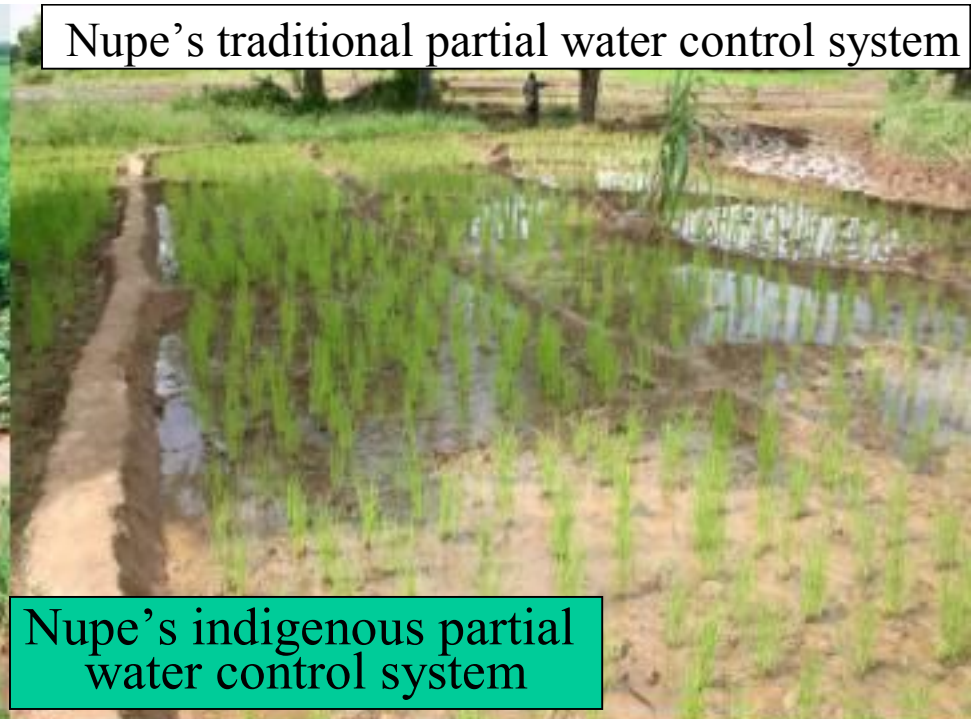
Traditional rice field: no water harvesting,
no bunding, no puddling, no levelling



Weeds are stronger: upland rice, Bida



Nupe's traditional partial water control system



No ecotechnology measures



Inland Valley, Sierra Leone

Nupe's indigenous partial water control system



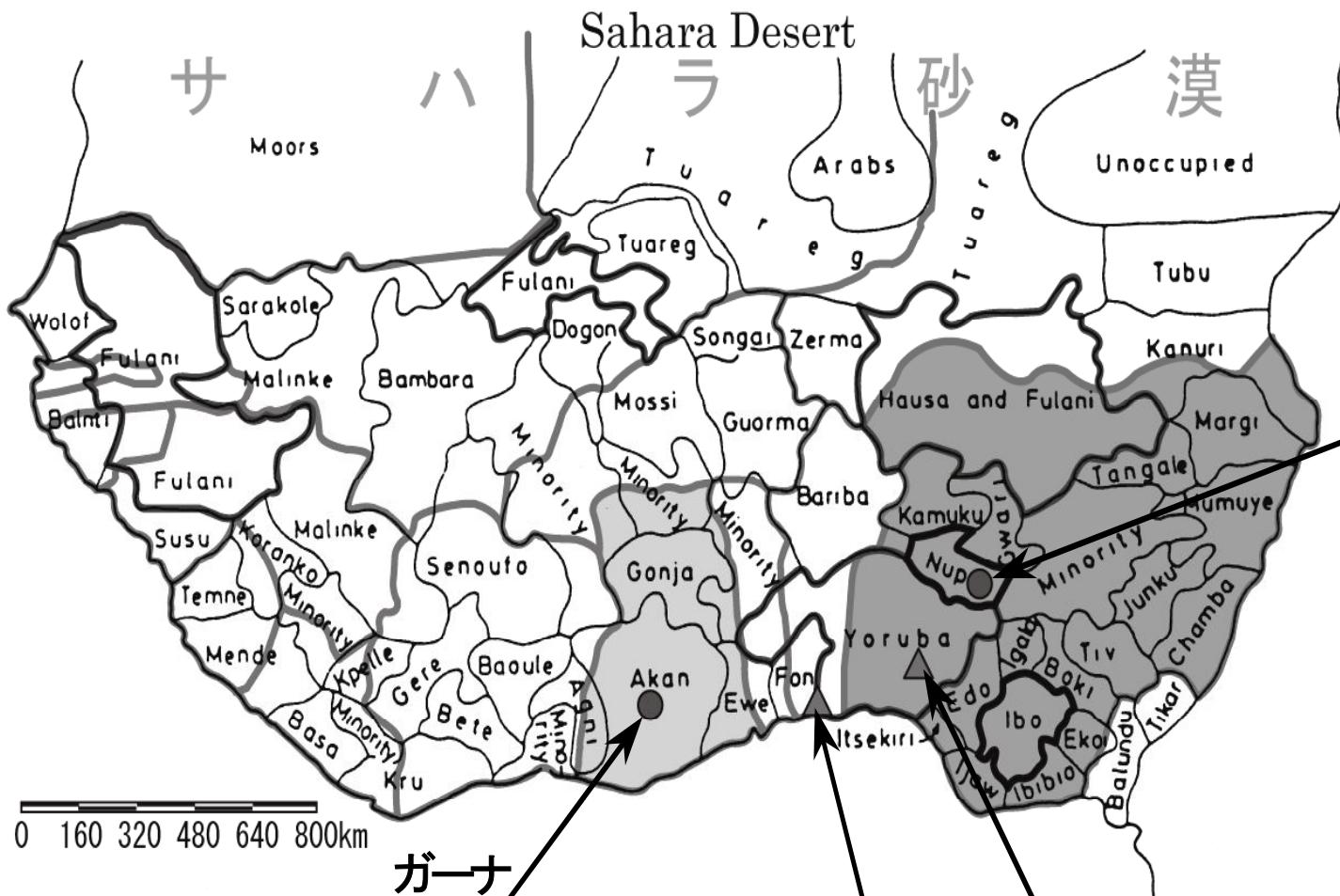
Once Sawah systems are developed by farmers' self-support efforts and water is controlled, majority of HYV can produce higher than 5 t/ha

農家の圃場の環境改良(エコテクノロジー)の効果(ガーナで試験)

Entry NO. Cultivar		灌漑水田		天水田		陸稻的栽培		
品種 の 効果 バイ オテ クノ ロジ ー		高投入	低投入	高投入	低投入	高投入	低投入	
		(t/ha)		(t/ha)		(t/ha)		
	1	WAB(NERICA)	4.6	2.9	2.8	1.6	2.1	0.6
	2	EMOK	4.0	2.8	2.9	1.3	1.4	0.5
	3	PSBRC34	7.7	3.5	3.0	2.1	2.0	0.4
	4	PSBRC54	8.0	3.7	3.8	2.1	1.7	0.4
	5	PSBRC66	5.7	3.3	3.8	2.0	1.8	0.4
	6	BOAK189	7.0	3.8	3.7	2.0	1.4	0.3
	7	WITA8	7.8	4.2	4.4	2.1	1.8	0.5
	8	Tox3108	7.1	4.1	4.0	2.3	2.3	0.6
	9	IR5558	7.9	4.0	3.8	2.0	1.8	0.5
	10	IR58088	7.7	4.0	3.7	1.8	1.4	0.3
	11	IR54742	7.7	4.3	4.0	2.2	1.9	0.4
	12	C123CU	6.9	4.1	4.2	1.9	2.0	0.4
	13	CT9737	6.5	4.0	4.0	1.7	1.9	0.6
	14	CT8003	7.3	3.8	3.8	1.7	2.0	0.5
	15	CT9737-P	8.2	4.0	4.3	1.8	1.2	0.5
	16	WITA1	7.6	3.6	3.3	1.8	0.9	0.3
	17	WITA3	7.6	3.5	4.1	2.0	1.3	0.5
	18	WITA4	8.0	4.1	3.7	2.1	1.5	0.3
	19	WITA6	8.0	3.5	4.0	2.3	1.4	0.3
	20	WITA7	7.3	3.7	3.8	2.2	2.0	0.4
	21	WITA9	7.6	4.4	4.5	2.8	2.0	0.6
	22	WITA12	7.6	4.0	3.8	1.9	1.8	0.4
	23	GK88	7.5	3.8	3.5	2.0	1.8	0.5
Mean(n=23)		7.2	3.8	3.8	2.0	1.7	0.4	
RANGE		(4.0-8.2)	(2.8-4.4)	(2.8-4.5)	(1.3-2.8)	(0.9-2.3)	(0.3-0.6)	
SD		1.51	0.81	0.81	0.45	0.44	0.12	

Entry 1- 7 : Early - maturing cultivars

Entrv 8-23: intermediate - maturing cultivars



ナイジェリア

ナイジェリアプロジェクトサイト
(ギニアサバンナ帯)

ニャンパタ川集水域: 1000~
20,000ha

母材: 砂岩

降水量: 1,200mm

収量は、1.5t/ha。

砂質土壌は、厚い帯水層は
(天然の地下ダム)を作る。ヌペ
人はこの湧水を利用して古くか
ら稲作を行い、日本縄文/弥
生水田に類似の「準水田稲作
を発達させた。ヌペの農耕民の
土地は、征服民である牧畜民
フルベ人(人口の20%程度)も
一部所有権がある。即ち、フル
ベの王の権利が大きい。これ
に加え、ヌペの王、村のチーフ、
拡大家族が重層的に土地を所
有している。土地の権利は父
系的に相続される。
ヌペ人もフルベ人も大部分はモ
スリムである。

国際熱帯農業研究所
(WIN事務所) (IITA)

アフリカ稲作センター
(WARDA)

ガーナ

ガーナプロジェクトサイト(森林移行帯)

ビエム川集水域: 100~50,000ha

母材: 花崗岩、片麻岩

降水量: 1,500mm

焼畑の低地稲作は近年開始された。

収量は、1t/ha。

クリスチアンのアシヤンテ人が農民の7割で、土地は
アシヤンティの王族、村のチーフ、拡大家族が重層的
的に所有。所有権は母系的に相続される。3割は北
からの移住民。

Farmer organization



Mean grain yield for “Sawah” adopted farmer- groups

Farmer-group	Paddy Grain Yield (t/ha)				
	2001	2002	2003	2004	2005
Adugyama- A	4.0	4.7	3.8	5.0	4.5*
Adugyama- B	4.4	4.8	5.5	5.5	4.8*
Biemso 1 - A	4.8	4.7	4.8	5.5	-
Biemso 1 - B	4.7	5.7	5.9	6.5	5.4
Biemso 1 - C	-	4.5	5.4	5.5	5.5
“Sawah” mean	4.5	4.9	5.1	5.6	5.1
Traditional "	0.9	1.0	1.0	1.1	1.1

* Fields partially destroyed by floods

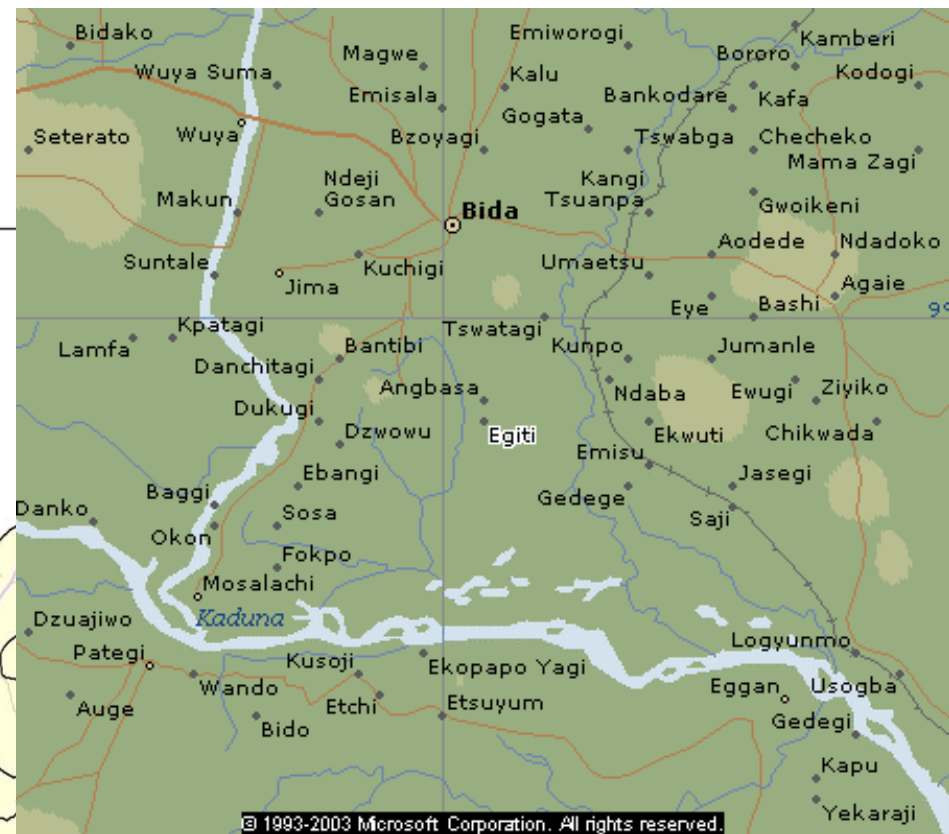
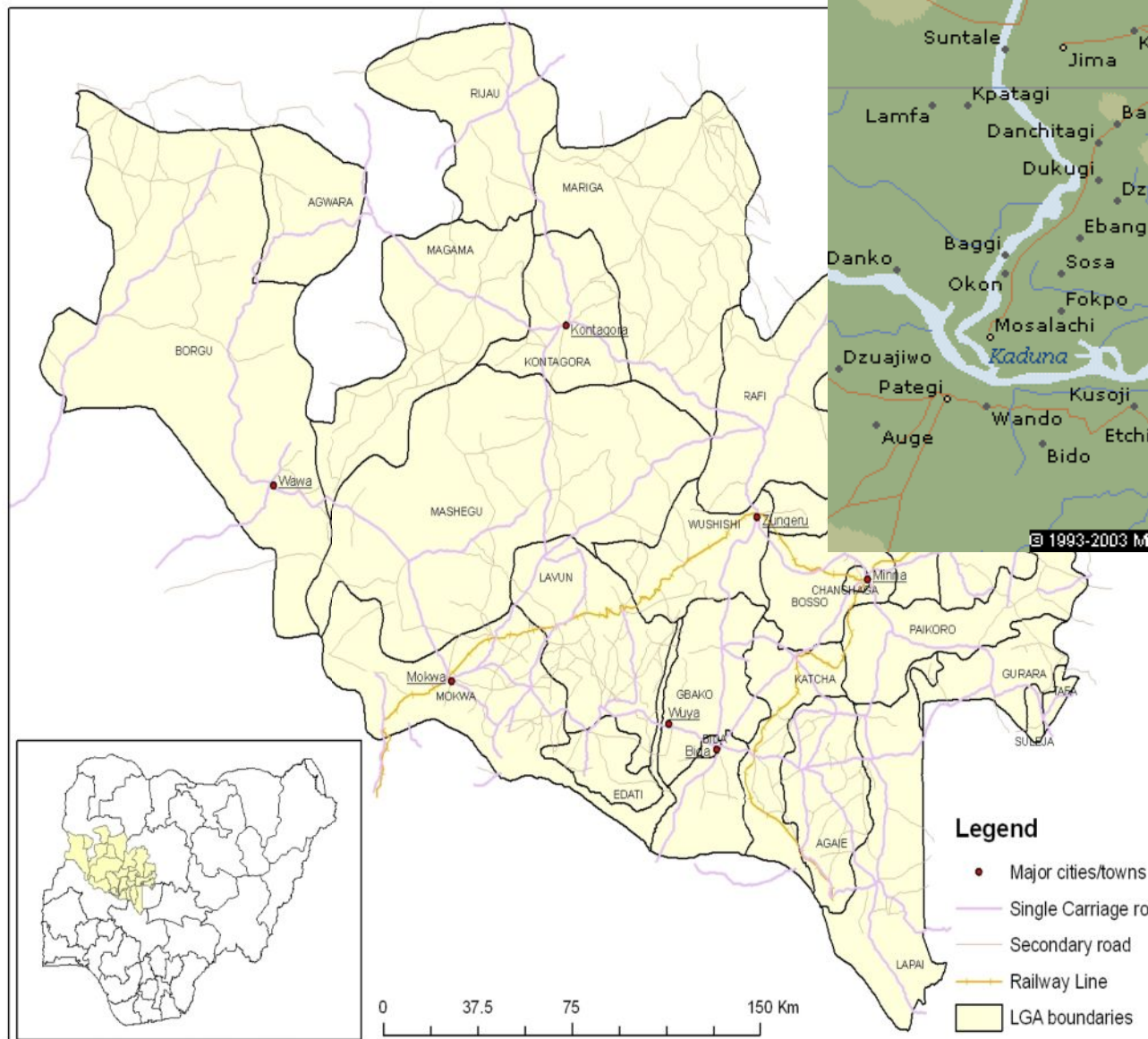
Soil nutrient levels (0-30cm) changes under “sawah” from 2001 - 2005

Parameter / Site		Adugyama A	Adugyama B	Biemso A	Biemso B	Biemso C	Mean
Total C (g kg ⁻¹)	Initial level	13.7	13.2	11.8	8.1	11.1	
	% change	3.2	2.95	3.2	4.1	2.8	+ 3.2
Total N (g kg ⁻¹)	Initial level	1.30	1.30	1.20	1.10	1.40	
	% change	-3.1	0.77	-5.8	-5.4	-4.3	- 3.6
Av. P (mg kg ⁻¹)	Initial level	3.3	3.8	4.5	4.7	3.1	
	% change	15	-83	-30	-84	-62	- 49
Ex. K (Cmol kg ⁻¹)	Initial level	0.10	0.16	0.05	0.06	0.03	
	% change	38	29	16	31	100	+ 43
Ex. Ca (Cmol kg ⁻¹)	Initial level	8.8	7.3	2.9	3.2	3.8	
	% change	45	39	14	10	22	+ 26
Ex.Mg (Cmol kg ⁻¹)	Initial level	2.2	1.7	0.9	1.4	1.2	
	% change	6	3	12	7	7	+ 7
Ex. Na (Cmol kg ⁻¹)	Initial level	0.06	0.26	0.25	0.25	0.77	
	% change	40	18	41	36	7	+ 28

Estimated revenue of farmer groups per hectore

Farmer-group	Paddy yield (kg)	Gross Revenue (US\$)	Production Cost (US\$)	Net Revenue (US\$)
Adugyama	4334	1712	428	1284
Biemso 1 - A	4675	1847	350	1497
Biemso 1- B	4736	1871	324	1547
Biemso 1 - C	4675	1847	349	1498

Source – Information provided by each farmer-group. 耕運機のコスト5000ドル+維持管理2500ドル+燃料代2500ドルを50ha・年の耐久性とする、200ドル/haの追加費用となる

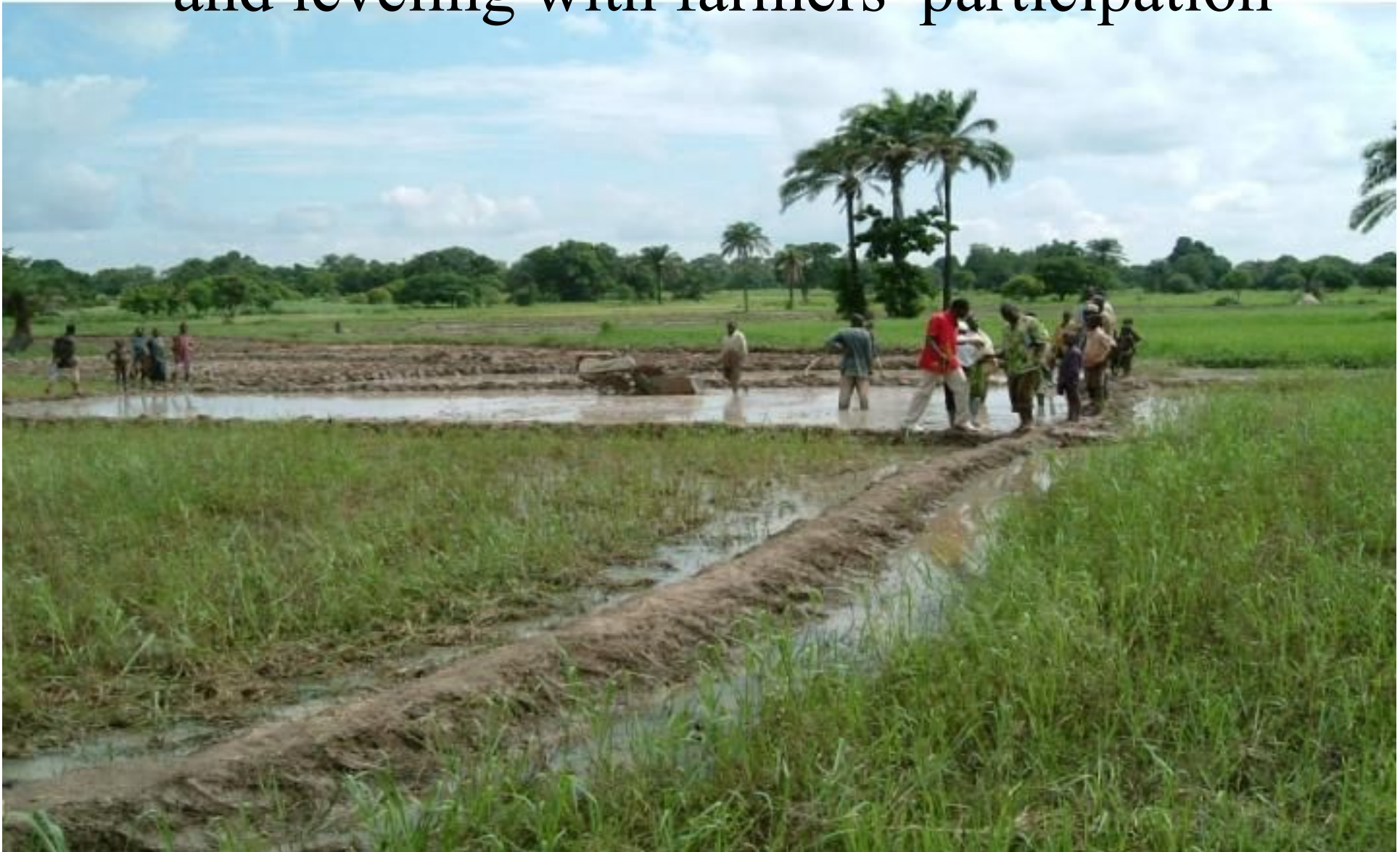




Land preparation using the hoe from grass fallow



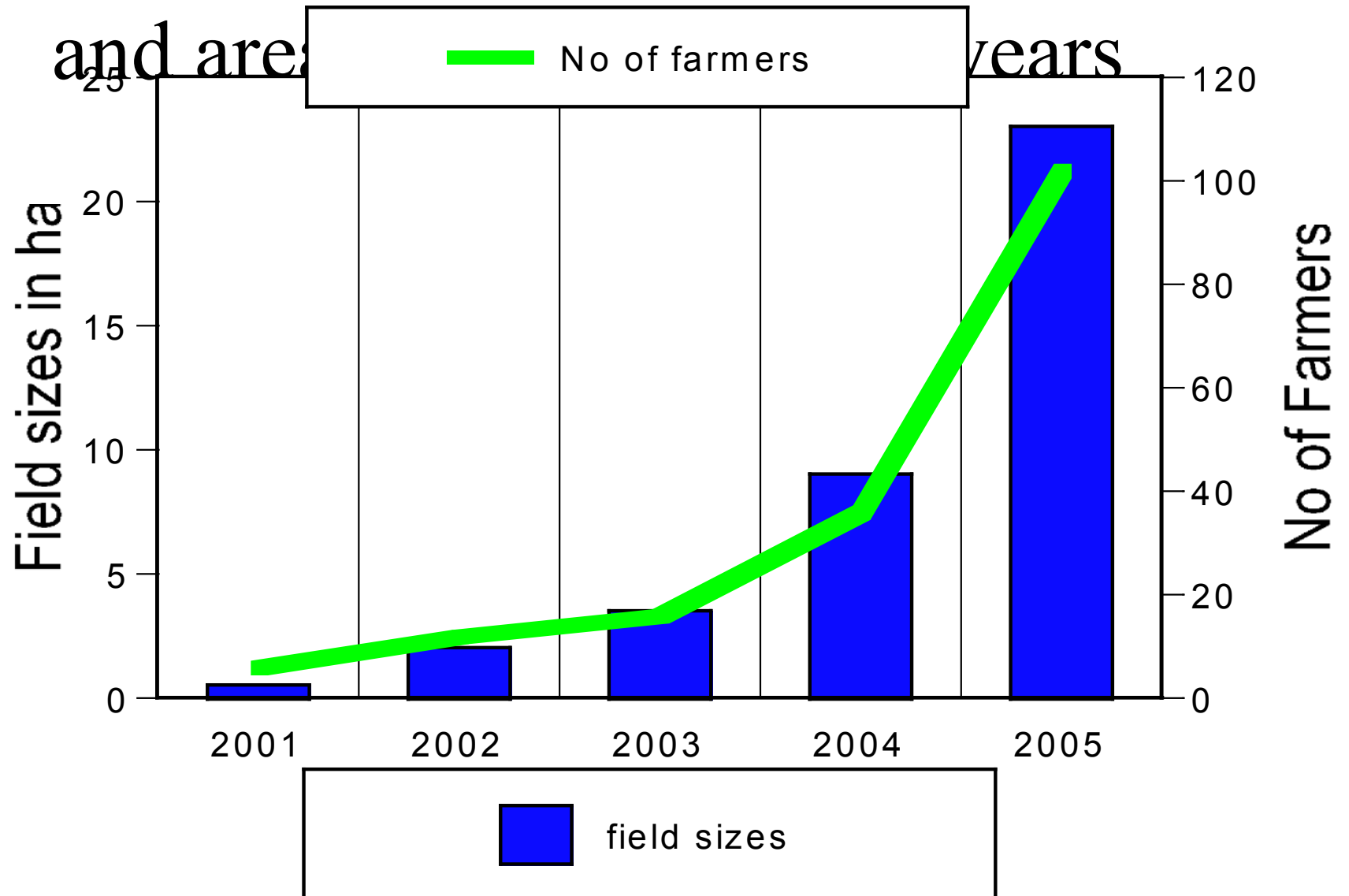
The using of the Power Tiller for puddling and leveling with farmers' participation



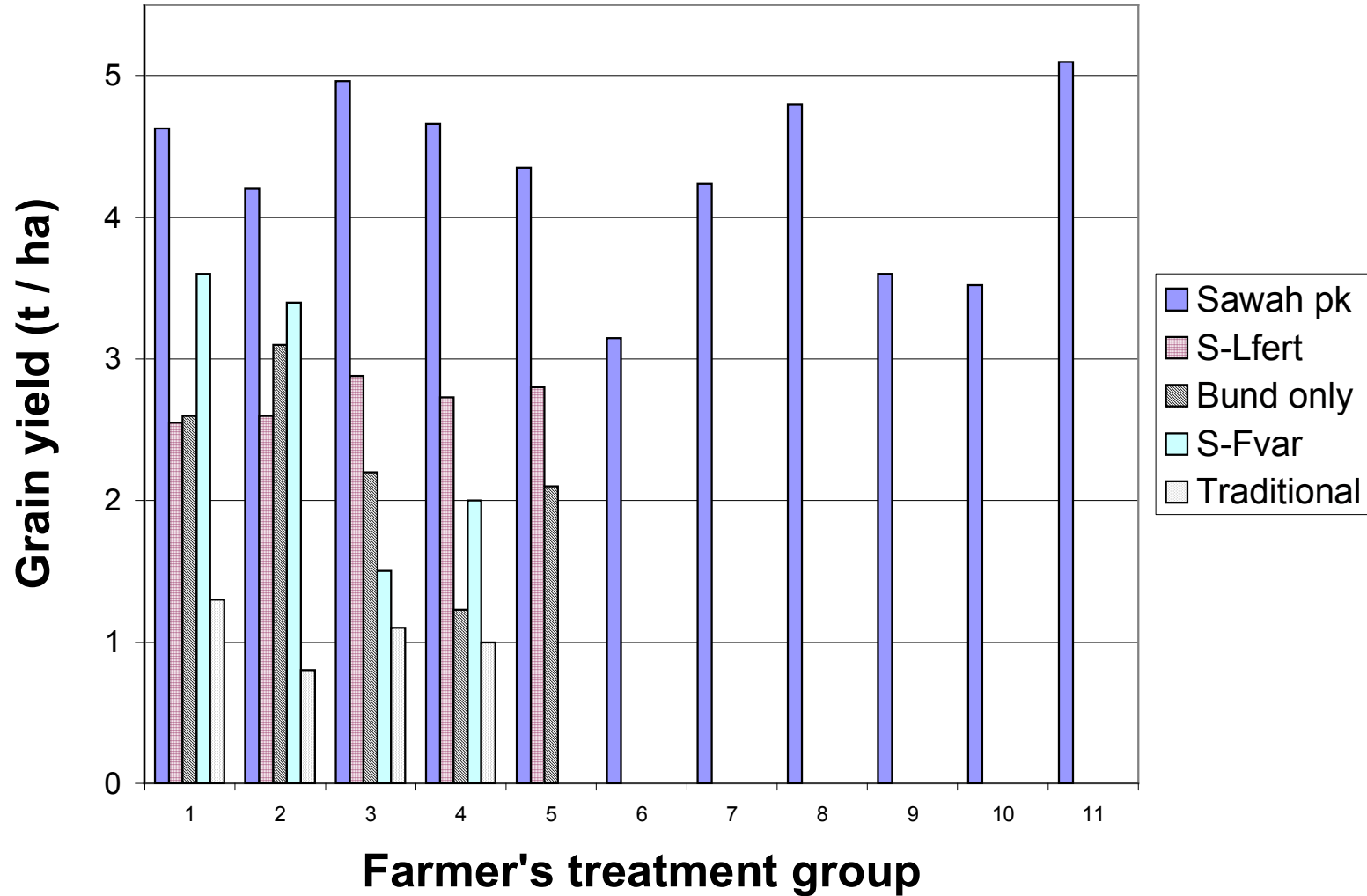




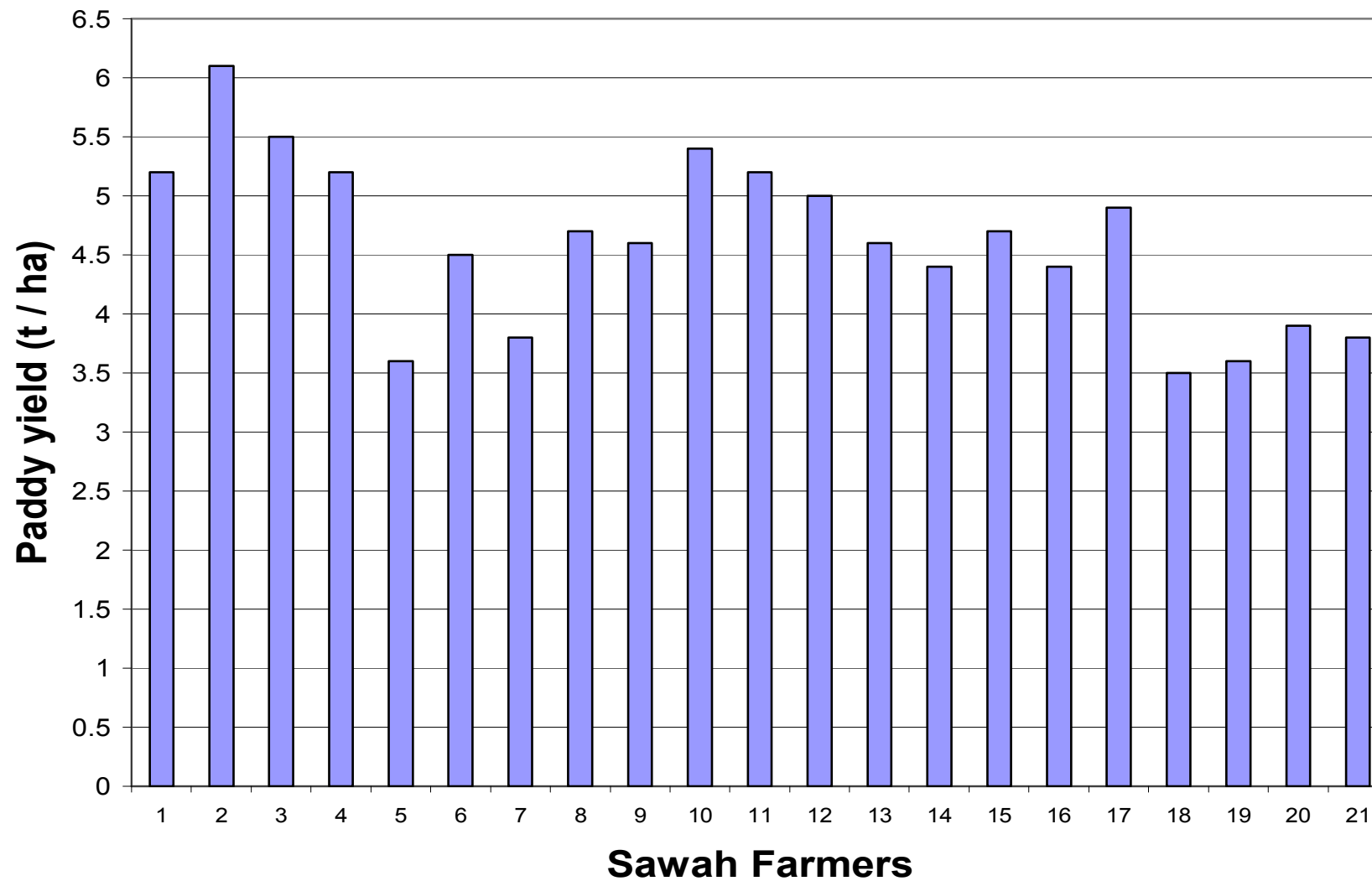
Increase in the number of farmers and area



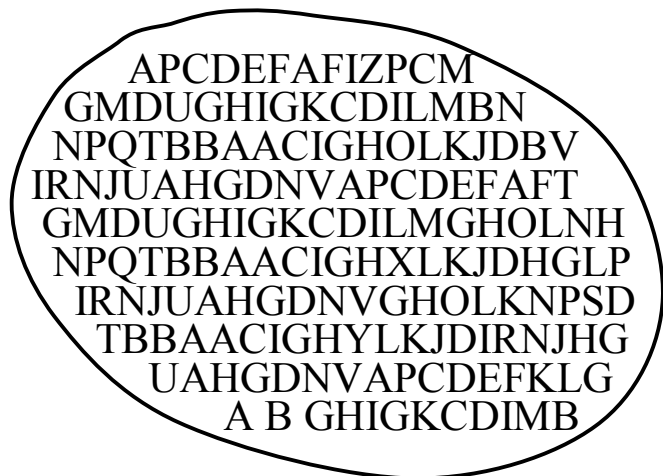
Grain yield across locations within sawah group in 2004



Grain yield in 2005 across villages



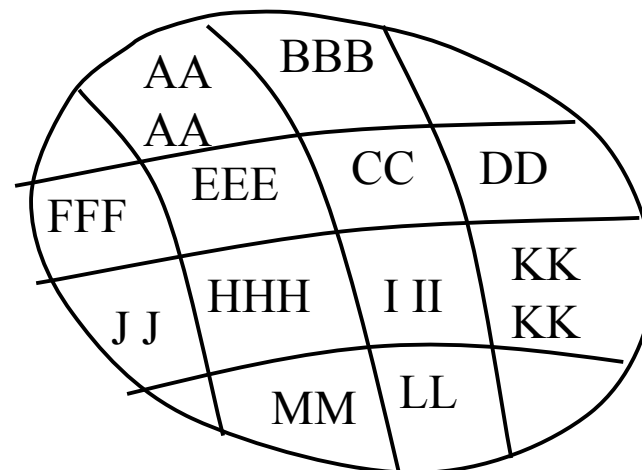
農民圃場の所有権は重層的で多様な人々とコミュニティによる共有型である。農民の圃場は極めて不均質で多様な生態環境が混在し、区画がない。圃場環境の改良は困難である。



多様な混作体系である：生態系多様性
 多様な作物が作付けされる：種多様性
 多様な品種が混在（A B C D）：遺伝的多様性

肥料や地力維持技術、灌漑技術、高収量品種等の緑の革命技術は適用できない：緑の革命は不可能

水田生態工学：個々の水田は多様であるが、似た地形面の環境毎に区画されている。地形面に応じて区画された圃場面は、比較的均質で、水管理が可能である。このように環境が区画されれば、各圃場は毎年の努力の継続で改良が可能となり、持続可能な管理ができる。区画されることにより、土地の測量と登記も可能になり、私的な所有権と管理権が促進される



pure variety A
pure variety B
pure variety C
pure variety D

前提条件が満たされ
 緑の革命の3要素技術
 の適用が可能になる

図：科学技術を適用するための前提条件の欠如：緑の革命の3要素技術を適用するための前提条件は、生態環境が区画され分類され、品種改良のように、生態環境も改良できる水田的な圃場が存在することである。道路やダムや灌漑水路等、線としてのインフラ整備以前に、農民圃場の整備が必要。国作りの基盤は農民の圃場作りにある。サブサハラのアフリカ独特の生態環境と社会経済条件及び歴史的経過に由来する。



Can watersheds of SSA sustain Sawah system? High rate of soil erosion and lowland sawah soil formation can be compensated by high rate of soil formation in Asia. However soil formation, soil erosion and hence lowland soil formation are very low in comparison with Asian watersheds: Ecological Balance studies are necessary

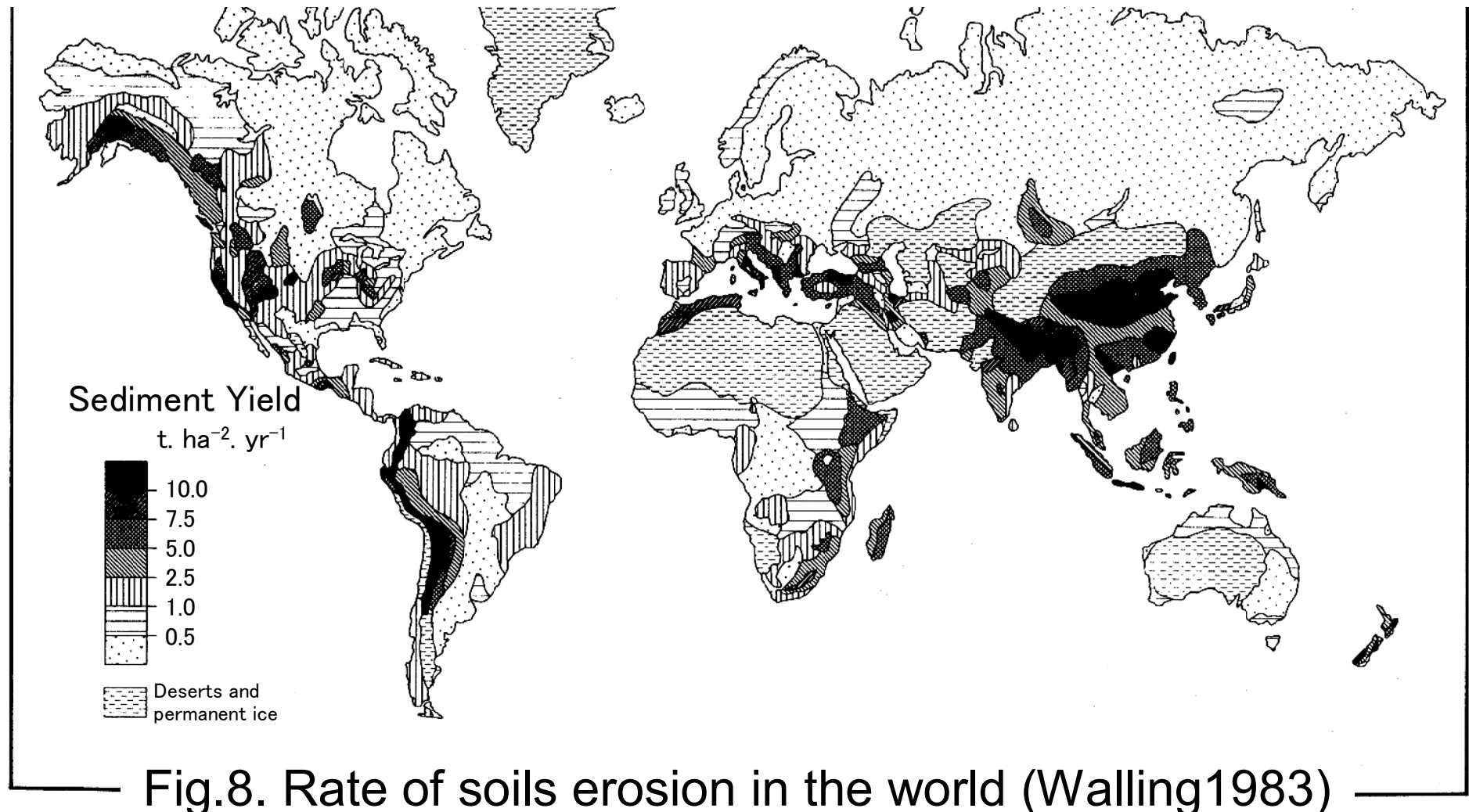


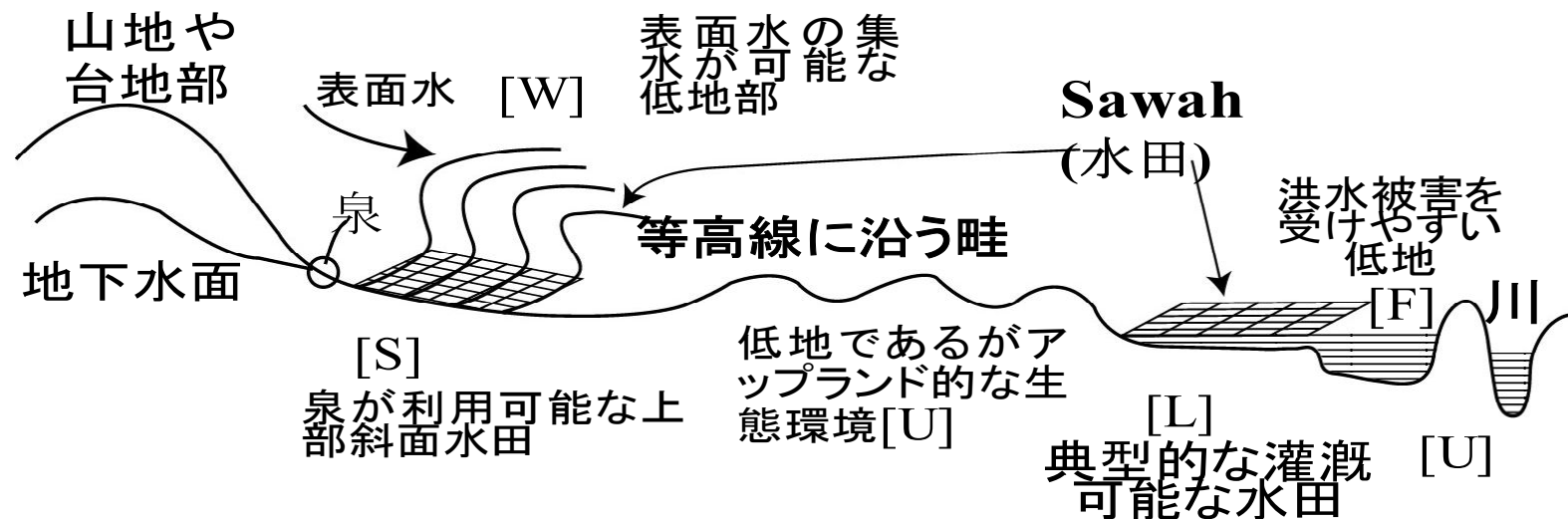
Table 2. Distribution of lowlands in SSA

(Hekstra, Andriesse, Windmeijer 1983 & 1993,
Sawah area estimate by Wakatsuki 2002)

Classification	Area (million ha)	Percentage(%)
Coastal swamps	16.5 (5?)	7 (15 ?)
Inland basins	107.5 (4?)	45 (12?)
Flood plains	30.0 (10?)	12 (29?)
Inland valleys	85.0 (15?)	36 (44%)

Figures in parentheses are the potential area of sawah development (million ha)

Max total area in SSA may be 20million ha. This estimation is based on the data that the relative amount of rain fall in Monsoon Asia is five times bigger than that of SSA and sawah area in Asia is 100 million ha.



多様な低地面での均平化されて畦のある水田の造成とともに、多様な灌漑オプションがある：天水田、田から田への掛け流し、等高線に沿う畦による集水、泉利用、堰利用、ポンプ利用、インターセプト水路利用、ため池利用等

低地水田開発の優先順位

[S] > [L] > [F] > [W] > [U]

サブサハラのアフリカの低地面積は約2.5億ヘクタールあるが、低地土壌生成作用がアジアの5－10分の1と小さいため、アジアの低地に比べてアップランド的な特性を持つ低地が多く、多様である。この結果、全低地面積の10%以下しか灌漑水田は開発可能でないと推定される。集水域低地の地形や土壌の微小な差と水がかりの差により、きめ細かな線引きが必要である。全低地の10%以下の適地判定が重要となる。

図2. 土壌生成速度や侵食力の弱い西アフリカの内陸小低地はアジアの低地と異なり、極めて多様な低地を有する。問題の焦点はモデル集水域の多様な低地のどこまでが持続可能な水田システムの範囲であり、どの部分のアップランドにどのような森林をどの程度回復させる必要があるのかの「明確な線引きのための情報を得ること」にある。

Estimation of rice production trend by each rice ecology in West Africa during 1984-1999/2003 and **2015 estimation by T.W.** (WARDA strategic plan in 1988, African rice initiative 2002, Sakurai 2003, WARDA strategic plan 2004, FAOSTAT 2005)

	Area (million ha)			Production(million ton/y)			Yield (t/ha)		
	1984	1999/03	2015	1984	1999/03	2015	1984	1999/03	2015
Upland	1.5	1.8	2.0	1.5	1.8	2.0	1	1	1
Rainfed lowland	0.53	1.8	3.0	0.75	3.4	7.0	1.4	2.0	2.4
Irrigated lowland	0.23	0.56	0.80	0.64	1.9	3.0	2.8	3.4	3.8
Total	2.6	4.7	6.0	3.4	7.7	14	1.3	1.6	2.4
Upland contribution (%)	57%	40%	30%	42%	23%	13%	No yield increase		