

# 熱帯地域の農業生産と環境

*Agricultural production and  
environment in the tropics*



熱帯農業生態学分野

Laboratory of  
Tropical Agriculture

縄田栄治

熱帯農業生態学

**1. 熱帯地域と熱帯農学**

**(Tropical areas and tropical agriculture)**

**2. 熱帯地域の農業資源と農業生産の特徴**

(Agricultural resources and agricultural production in the tropics)

**3. 熱帯地域の農作物 (Tropical crops)**

**4. 東南アジアの農業と土地利用**

(Agriculture and land use in Southeast Asia)

**5. 東南アジア大陸部山地部の土地利用・営農体系とその成立要因 -斜面農業-**

(Land use, farming systems and influential factors in montane areas of Mainland Southeast Asia -Slope land agriculture-)

## ※ 熱帯地域の農業

世界の食糧生産 (Food production)

地球環境問題 (Global environmental issues)

→ 鍵を握る (Key issue)

### 熱帯のイメージ

**暑い!** (高気温・強日射 Solar radiation)

→ 瘴癘の地 (Disease-prone areas)

→ 豊かな自然 (Rich natural resources)  
(生物の多様性、Bio-diversity)

→ 高い潜在生産力 (Potential productivity)

## ※ 熱帯地域の農業

世界の食糧生産 (Food production)

地球環境問題 (Global environmental issues)

→ 鍵を握る (Key issue)

## 熱帯のイメージ

暑い！

後進性 (Backwardness)



← 瘴癘の地

← 植民地・貧困

← 多民族国家

(Multiracial nation)

熱帯農業生態学

## ※ 熱帯農学を学ぶ意義

農業の多様性 (Agricultural diversity) の理解

生物資源の多様性

(Diversity of bio-resources) の理解

農業環境問題

(Agro-environmental problems) の理解

地域理解 (Understanding of local societies)

国際協力 (International cooperation) の背景理解

農学の国際化 (Internationalization of agriculture)

への対応



1. 熱帯地域と熱帯農学  
(Tropical areas and tropical agriculture)

**2. 熱帯地域の農業資源と農業生産の特徴**  
**(Agricultural resources and agricultural production in the tropics)**

3. 熱帯地域の農作物 (Tropical crops)

4. 東南アジアの農業と土地利用  
(Agriculture and land use in Southeast Asia)

5. 東南アジア大陸部山地部の土地利用・営農体系とその成立要因 -斜面農業-

(Land use, farming systems and influential factors in montane areas of Mainland Southeast Asia -Slope land agriculture-)

## 熱帯の農業資源

(Agricultural resources in the tropics)

気温 (Temperature)

日射 (Solar radiation, photoperiod)

水 (Water resources)

土壌 (Soil resources)

自然環境

暑い!

← 高気温・強日射

→ 高い物質生産力

高地 比較的冷涼

冷涼・強日射



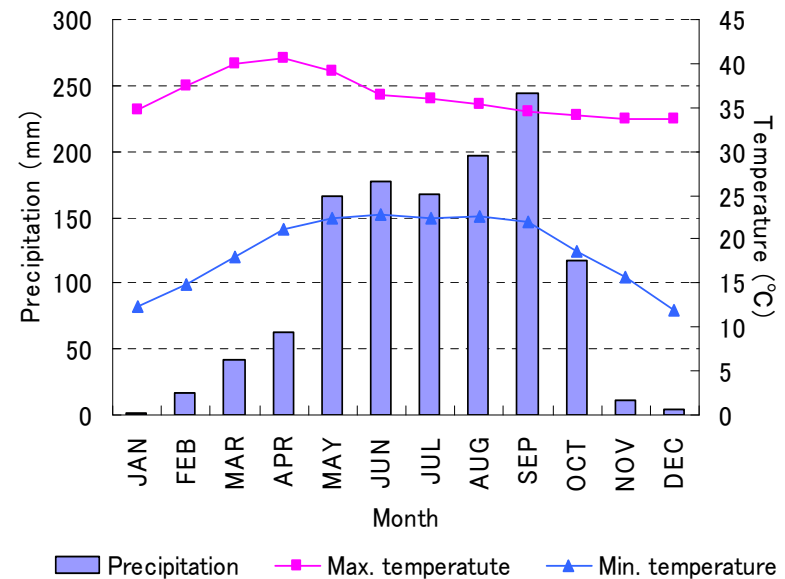
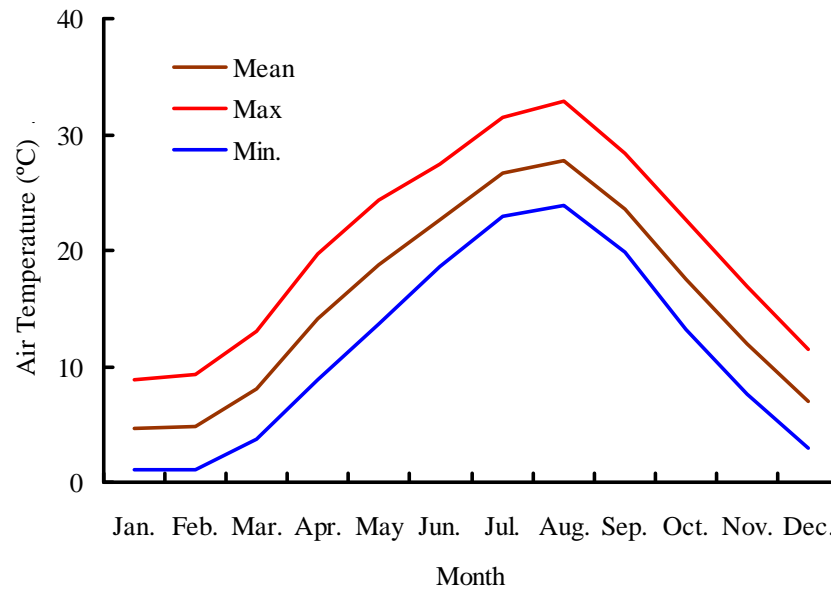
## 熱帯地域の気温特性

高地を除き、気温は一般に高い

年較差 (Annual difference) は小さい

乾季・雨季 (Dry or rainy season) のある地域 → 大

日較差 (Diurnal difference) は大きい





## 熱帯地域の気温特性

高地を除き、気温は一般に高い

年較差 (Annual difference) は小さい

乾季・雨季 (Dry or rainy season) のある地域 → 大

日較差 (Diurnal difference) は大きい

(乾燥地は放射冷却 (Radiative cooling) の影響大)

## 熱帯地域の光環境特性

日射 → 物質生産のエネルギー源

平均日日射量 (Mean daily radiation)

6 ~ 8 G J / m<sup>2</sup> (温帯 : 4 ~ 5 G J / m<sup>2</sup>)

乾燥地帯 : 高、赤道付近 : 低

## 熱帯地域の光環境特性

### 光合成有効放射

(Photosynthetic active radiation, *PAR*)

波長域 400~700 nm



日射量 ( $R_s$ ) に対する *PAR* の割合 : 約 0.5

→ *PAR* は温帯より20~30%多い

日長 (Photoperiod, daylength)

→ 生長に大きな影響

開花 (Flowering) ・ 球形形成

(Bulb formation) ・ 休眠 (Dormancy)

日長 = 可照時間 + 薄明 (Twilight)

熱帯 : 年変化は小さい

## 熱帯地域の水環境

水環境 (Water environment)

← 降水 (Precipitation)、地形 (Topography)  
土壌特性 (Soil property)

水環境 植生 (Vegetation) に大きく影響  
農業形態・生産に大きく影響

### 総降水量 (Total amount)

多雨地帯: 赤道近く・山地風上 (←Rain shadow)

雨季・乾季 サバンナ・モンスーン

乾燥・亜乾燥地帯

### 季節変化 (降水分布, Distribution)

雨季の開始時期、長さ、無降雨期間 (Dry spell)

## 熱帯地域の土壌特性

### 1. 低地の水田土壌 (Lowland paddy soils)

沖積土壌 (Alluvial soil, フルヴィソル)

小溪谷・盆地・氾濫原・デルタ

山地・丘陵地の表土堆積 (Sediment)

高肥沃度 (Soil fertility)

土壌浸食 (Soil erosion) の危険少ない

### 2. 台地の畑土壌 (Upland soils)

オキシソル・アルティソルの卓越 (Dominance)

強風化土壌 (Severely weathered soil)

貧栄養・低CEC (Cation exchange capacity)

酸性・りん酸欠乏 (Phosphorus deficiency)

1. 熱帯地域と熱帯農学

(Tropical areas and tropical agriculture)

2. 熱帯地域の農業資源と農業生産の特徴

(Agricultural resources and agricultural production in the tropics)

3. 熱帯地域の農作物 (Tropical crops)

4. 東南アジアの農業と土地利用

(Agriculture and land use in Southeast Asia)

5. 東南アジア大陸部山地部の土地利用・営農体系とその成立要因 -斜面農業-

(Land use, farming systems and influential factors in montane areas of Mainland Southeast Asia -Slope land agriculture-)



## 熱帯地域の作物の一般的特性

### (General characteristics of tropical crops)

1. 環境ストレス耐性に優れる  
(High tolerance to environmental stresses)  
一般に高温  
雨季・乾季がある  
雨季にも無降雨期間 (Dry spell)  
C<sub>4</sub> 植物が多い
2. 病虫害抵抗性に優れる  
(High resistance to diseases and pests)  
生物多様性が高い (High bio-diversity)  
病気・害虫も多様

## 熱帯地域の作物の一般的特性

(General characteristics of tropical crops)

### 3. 品種分化が進んでいない

(Poor cultivar development)

在来作物 (Local crops) が多い

特産地形成が進んでいない

主要作物 (イネ・トウモロコシ) は別

### 4. 近代的育種が進んでいない

(Poor development of modern breeding)

農学の未発達

在来品種・作物の評価が進んでいない

主要作物 (イネ・トウモロコシ) は別

## 熱帯地域の作物の分類 (Classification of tropical crops)

### 1. 目的による分類 (Classification by major purposes)

- 1) 自給作物 (Subsistence crops)
- 2) 商品作物 (Cash or commercial crops)
- 3) プランテーション作物 (Plantation crops)

### 2. 利用法による分類 (Classification by utilization)

- 1) 主食作物 (Crops for staple foods, major crops)
- 2) 野菜 (Vegetables)
- 3) 果樹 (Fruit trees)
- 4) 観賞用植物 (Ornamental plants)
- 5) 糖料作物 (Sugar crops)
- 6) 油料作物 (Oil crops)
- 7) 繊維料作物 (Fiber crops)
- 8) 嗜好料作物 (Narcotics)

園芸作物 (Horticultural crops)

特用作物 (Industrial crops)

## 熱帯地域の作物の分類 (Classification of tropical crops)

1. 目的による分類 (Classification by major purposes)
2. 利用法による分類 (Classification by utilization)
3. 栽培環境による分類  
(Classification by agricultural environment)
  - 1) 水稲 (Paddy rice)
  - 2) 畑作物 (Upland field crops)
  - 3) 園芸作物 (Horticultural crops)
  - 4) プランテーション作物 (Plantation crops)



## 主要な熱帯特用作物

### (Major industrial crops in the tropics)

1. 嗜好料 (Narcotics)
2. 糖料 (Sugar crops)
3. 油料 (Oil crops)
4. 樹脂 (Resin crops)
5. 薬用料 (Medicinal crops)
6. 香辛料 (Spices and herbs)

### 熱帯の嗜好料作物 (Major narcotics in the tropics)

コーヒー (Coffee) ・ カカオ (Cocoa) ・ チャ (Tea) ・  
タバコ (Tobacco) ・ ケシ (Poppy, opium, *Papaver  
somniferum*) ・ カヴァ (Kava, kava, *Piper  
methystichum*) ・ コカ (Coca, *Erythroxylon coca*)



## コーヒー (*Coffea arabica*, *C. robusta*, *C. liberica*)

*C. arabica* : 起源、アビシニア高原  
高標高・冷涼な気候に適応  
被陰樹 (Shade tree) を必要とする

*Coffea robusta* : 起源、中央アフリカ低地  
価格不振 (近年は回復)

## カカオ (*Theobroma cacao*)

起源 : アマゾン下流域  
高温・多湿に適応  
虫媒 (Entomophily, insect pollination) 花  
幹生果 (Cauliflory) ・被陰樹を要する

## チャ (*Camellia sinensis*)

起源：東南アジア大陸部山岳地帯 (Montane area)

中国チャ (var. *sinensis*)

アッサムチャ (var. *assamica*)

食べるチャ (Mieng)

長期間漬け込み、発酵 (Fermentation) させる

分布：東南アジア大陸部山岳地帯

## タバコ (*Nicotiana tabacum*, *N. rustica*)

起源：南アメリカ (アンデス)

広い環境適応性 (Adaptability)

コロンブスのアメリカ到達以降、世界へ伝播

1. 熱帯地域と熱帯農学

(Tropical areas and tropical agriculture)

2. 熱帯地域の農業資源と農業生産の特徴

(Agricultural resources and agricultural production in the tropics)

3. 熱帯地域の農作物 (Tropical crops)

**4. 東南アジアの農業と土地利用**

**(Agriculture and land use in Southeast Asia)**

**5. 東南アジア大陸部山地部の土地利用・営農体系とその成立要因 -斜面農業-**

(Land use, farming systems and influential factors in montane areas of Mainland Southeast Asia -Slope land agriculture-)

## 東南アジアの地理区分

東南アジア大陸部 (Mainland S. E. Asia)

ミャンマー・タイ・ラオス・カンボ  
ジア・ベトナム

→ 東南アジア島嶼部 (Insular S. E. A.)

フィリピン・インドネシア・マ  
レーシア・ブルネイ・シンガ  
ポール・タイ (半島部)

## 東南アジア大陸部の地理区分

### 東南アジア大陸部

ミャンマー・  
タイ・ラオス・  
カンボジア・  
ベトナム

山地部  
平原部  
デルタ



## 東南アジア大陸部の地理区分

### a) 山地部

山斜面・小溪谷（支谷）・盆地  
→ 小流域（Watershed）

雨季と乾季

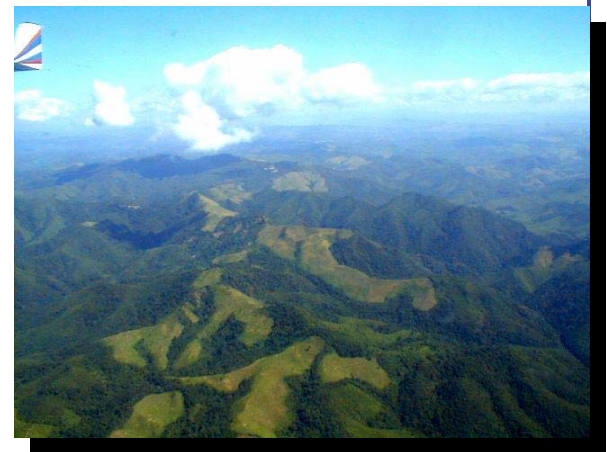
豊富な水資源・冷涼な気候

焼畑・水田稲作（小規模灌漑）

・園芸(Shifting cultivation)

少数民族・ケシ栽培

(Ethnic minority, poppy or opium)



## 東南アジア大陸部の地理区分

### b) 平原部

ミャンマー中部・タイ中部・  
タイ東北部・ラオス平原  
部・カンボジア



ゆるやかな起伏 (Undulation)

雨季と乾季

乏しい水資源 (Scarce water resources)

天水農業・不安定

(Rainfed agriculture, Instability)

大規模畑作開発

## 東南アジア大陸部の地理区分

### c) デルタ

イラワジデルタ・チャオプラヤデルタ・メコンデルタ・紅河デルタ

大河川河口部 (Estuary)

雨季と乾季 (Rainy & dry seasons)

洪水・高温多湿 (Hot & humid)

遅れた開発 (Delayed development)

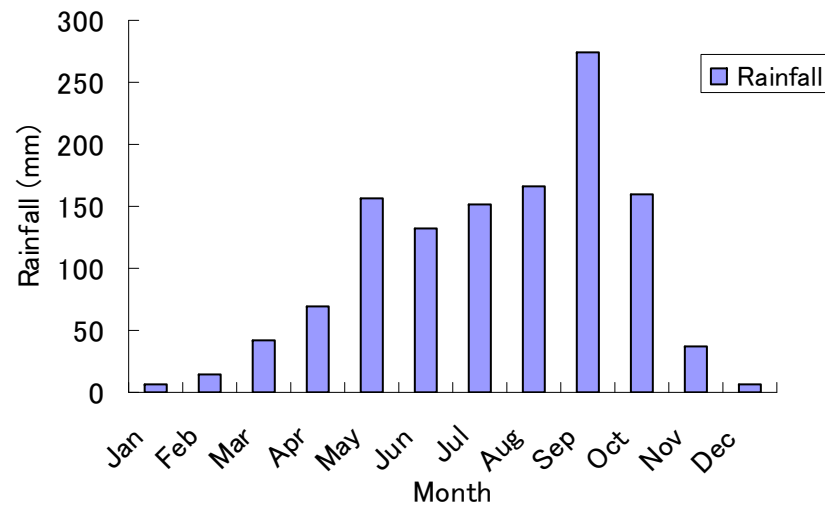
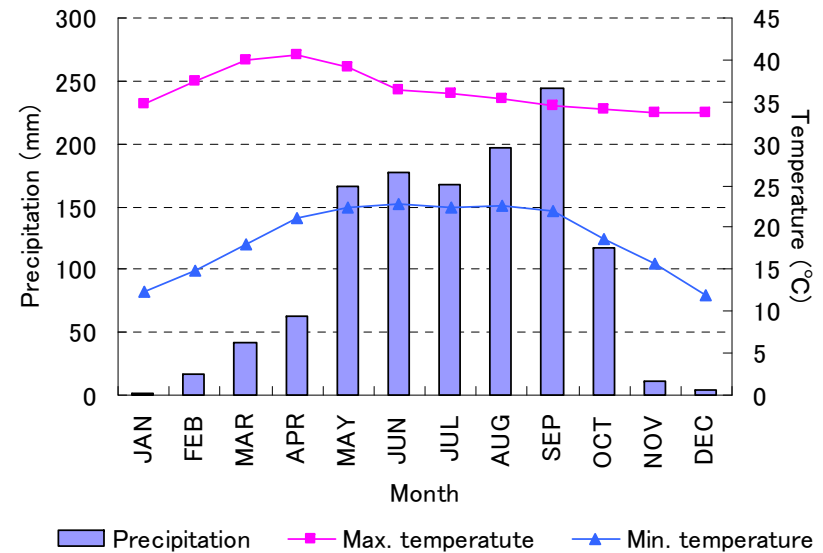
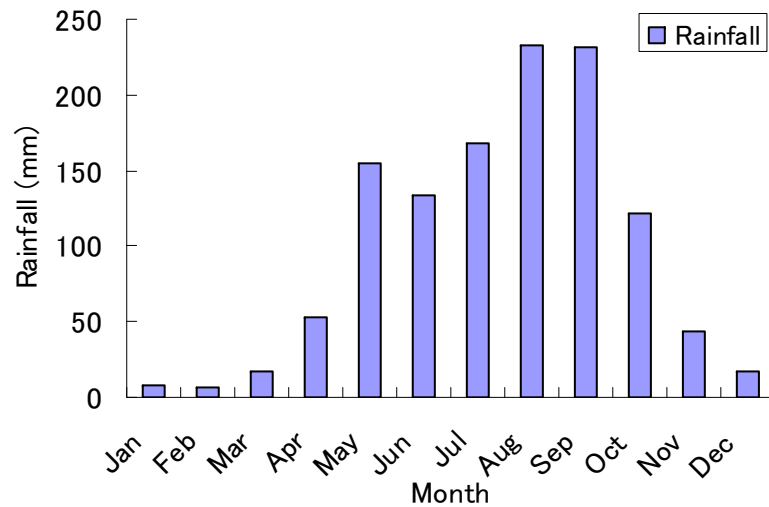
灌漑網の整備・灌漑稲作  
(Irrigation network)

中心都市



山地部の気候（タイ、  
チェンマイ）

平原部の気候（タイ、  
コンケン）



デルタの気候（タイ、  
バンコク）

## 島嶼部の地理区分

東南アジア

島嶼部

タイ半島部・

マレーシア・

シンガポール

インドネシア・

フィリピン・

ブルネイ

島嶼低湿地 (Insular lowlands)

火山島 (Volcanic islands)

非火山島 (Non-volcanic islands)

イリアン

ジャヤ



a) 島嶼低湿地

スマトラ北東  
部・カリマンタ  
ン南部中央・サ  
ラワク低地部

マングローブ・淡水湿地林 (Swamp forest)

熱帯雨林気候・高温多湿 (Hot & humid)

泥炭湿地 (ピート、Peat)

遅れた開発 (Late development)

b) 非火山島

マレー半島・ボルネオ・  
スラウェシ

c) 火山島

スマトラ西部・ジャ  
ワ・小スンダ列  
島・フィリピン

熱帯雨林・高温多湿

非火山島 開発遅れる

人口希薄 (Sparsely populated)

火山島 早くから開発

人口稠密 (Densely populated)

土壌肥沃度  
(Soil fertility)



## d) イリアンジャヤ

多様な自然環境  
(Diversified natural environment)

熱帯雨林

熱帯サバンナ

淡水湿地林 (北部)

高地 (中央部)

平原・泥炭湿地 (南部)

開発遅れる (Delayed development)

70年前まで石器時代 (Stone age, Neolithic)

1. 熱帯地域と熱帯農学  
(Tropical areas and tropical agriculture)
2. 熱帯地域の農業資源と農業生産の特徴  
(Agricultural resources and agricultural production in the tropics)
3. 熱帯地域の農作物 (Tropical crops)
4. 東南アジアの農業と土地利用  
(Agriculture and land use in Southeast Asia)
- 5. 東南アジア大陸部山地部の土地利用・営農体系とその成立要因 -斜面農業-**  
**(Land use, farming systems and influential factors in montane areas of Mainland Southeast Asia -Slope land agriculture-)**

## 東南アジア大陸部山地部

### -- 斜面農業と灌漑水田

斜面農業 (Slope land agriculture)

→ 山斜面・小溪谷 (Valleys)

焼畑 (陸稻、upland rice)、森林資源に依存

常畑 (Permanent upland fields)・園地

(Horticultural land, 高地野菜・亜熱帯果樹)

灌漑水田 → 小溪谷・盆地 (Intermountain basin)

小規模灌漑による水田

水田稲作中心の作付体系 (Cropping systems)

## 山地部

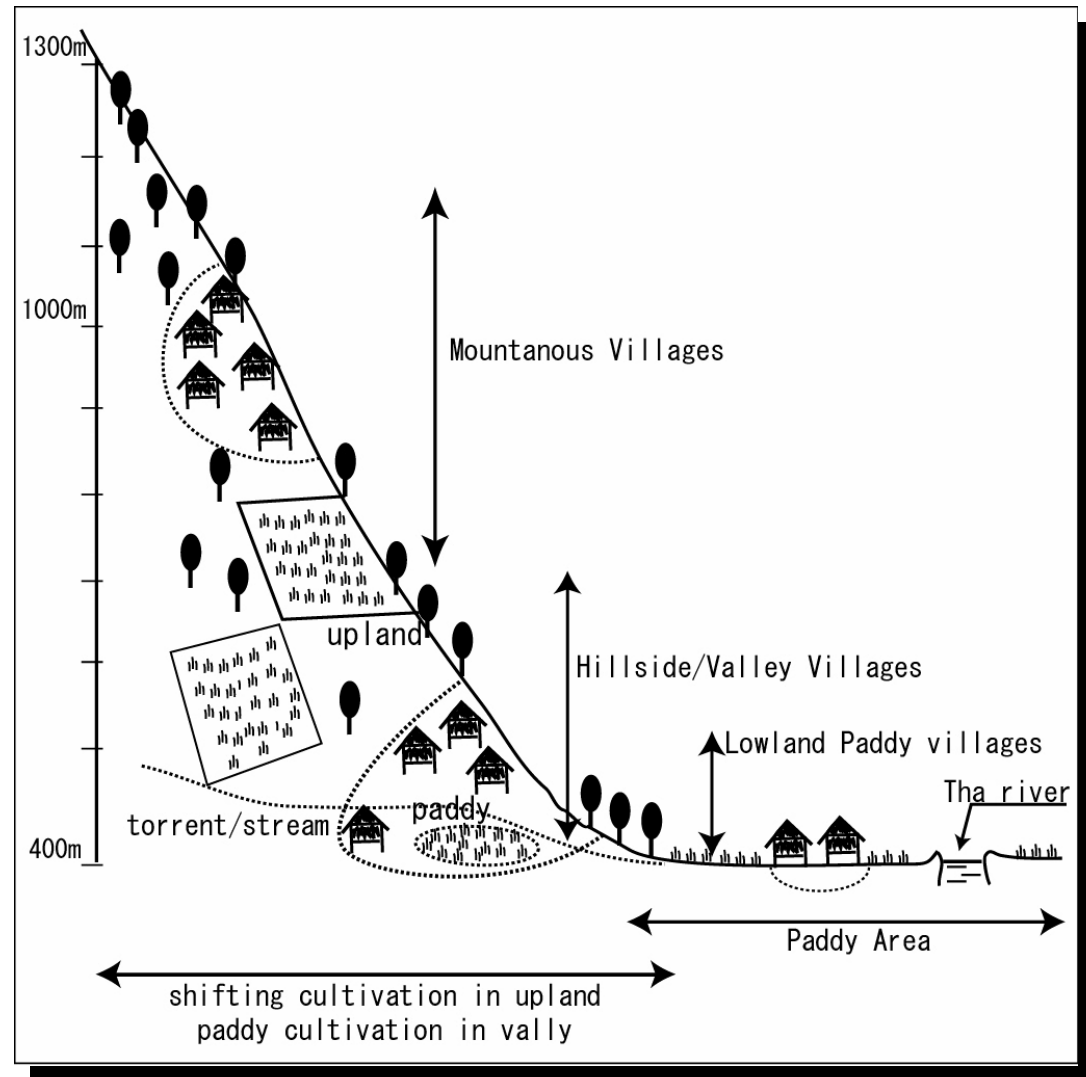
斜面農業  
灌漑水田

斜面農業

→ 山斜面  
・ 小溪谷

灌漑水田

→ 小溪谷  
・ 盆地



## 水田と畑作の持続性 (Sustainability)

### 水田 >> 畑作

水田：(無施肥) 連作可能、畑作：連作不能

#### 1. 地力維持 (Maintenance of soil fertility)

水田：流入水による栄養供給  
窒素固定 (N fixing)

畑作：輪作 (Rotational cropping)

#### 2. 連作障害 (Injuries caused by continuous cropping)

水田：なし ← 土壌環境の激変

畑作：土壌伝染性病害 (Soil-bourn diseases)、  
物理化学性悪化



## 水田と畑作の持続性 (Sustainability)

### 水田 >> 畑作

水田：(無施肥) 連作可能、畑作：連作不能

1. 地力維持 (Maintenance of soil fertility)

水田：流入水による栄養供給  
窒素固定 (N fixing)

畑作：輪作 (Rotational cropping)

2. 連作障害 (Injuries caused by continuous cropping)

水田：なし ← 土壤環境の激変

畑作：土壤伝染性病害 (Soil-bourn diseases)、  
物理化学性悪化

人口扶養力

水田

∨

畑作

## 畑作における地力維持

(Maintenance of soil fertility in upland cropping)

### 焼畑 (Shifting cultivation)

自然の植生回復力

(Vegetation resilience) を地力として利用

### 常畑 (Permanent upland fields)

輪作 (マメ科作物を組込む)

輪作 (飼料作物+家畜放牧)

化学肥料の投与

(Application of chemical fertilizer)

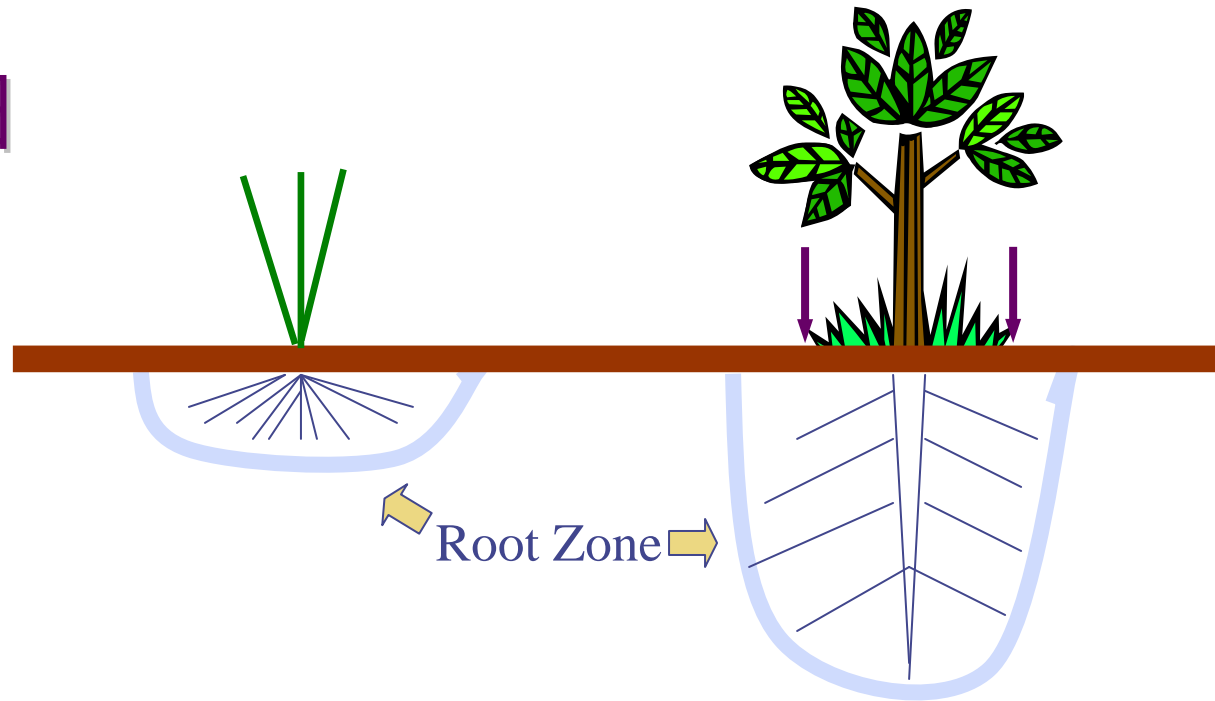
## 焼畑



### 植生伐採 (Cutting trees)

- 火入れ (Burning)
- 主として一年生作物を数年耕作
- 放置、自然植生の回復  
(休閑 fallow、数10年)
- 伐採

## 焼畑



自然植生の回復力を地力として利用

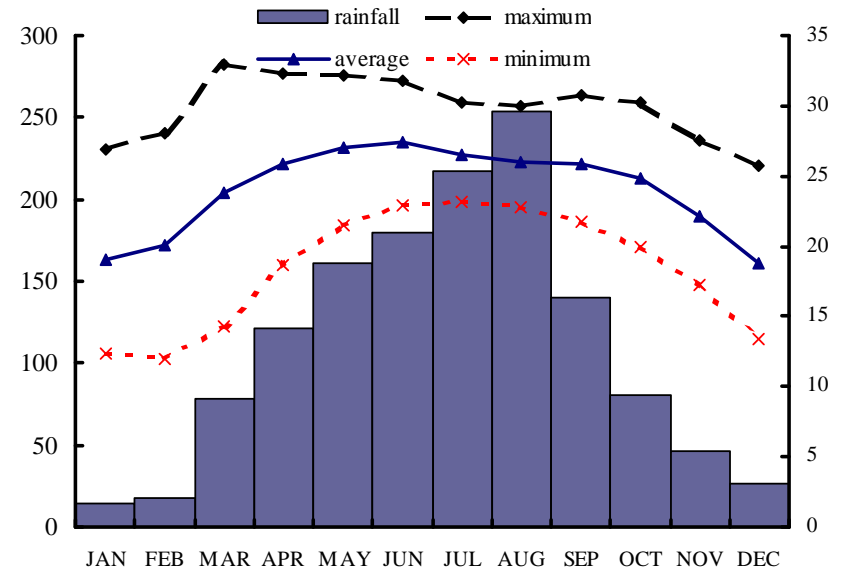
→ 自然環境に調和した農法

(cropping system harmonized with natural environment)

生産力小 →

人口扶養力 (population supporting capacity) 小

# 焼畑の作付体系



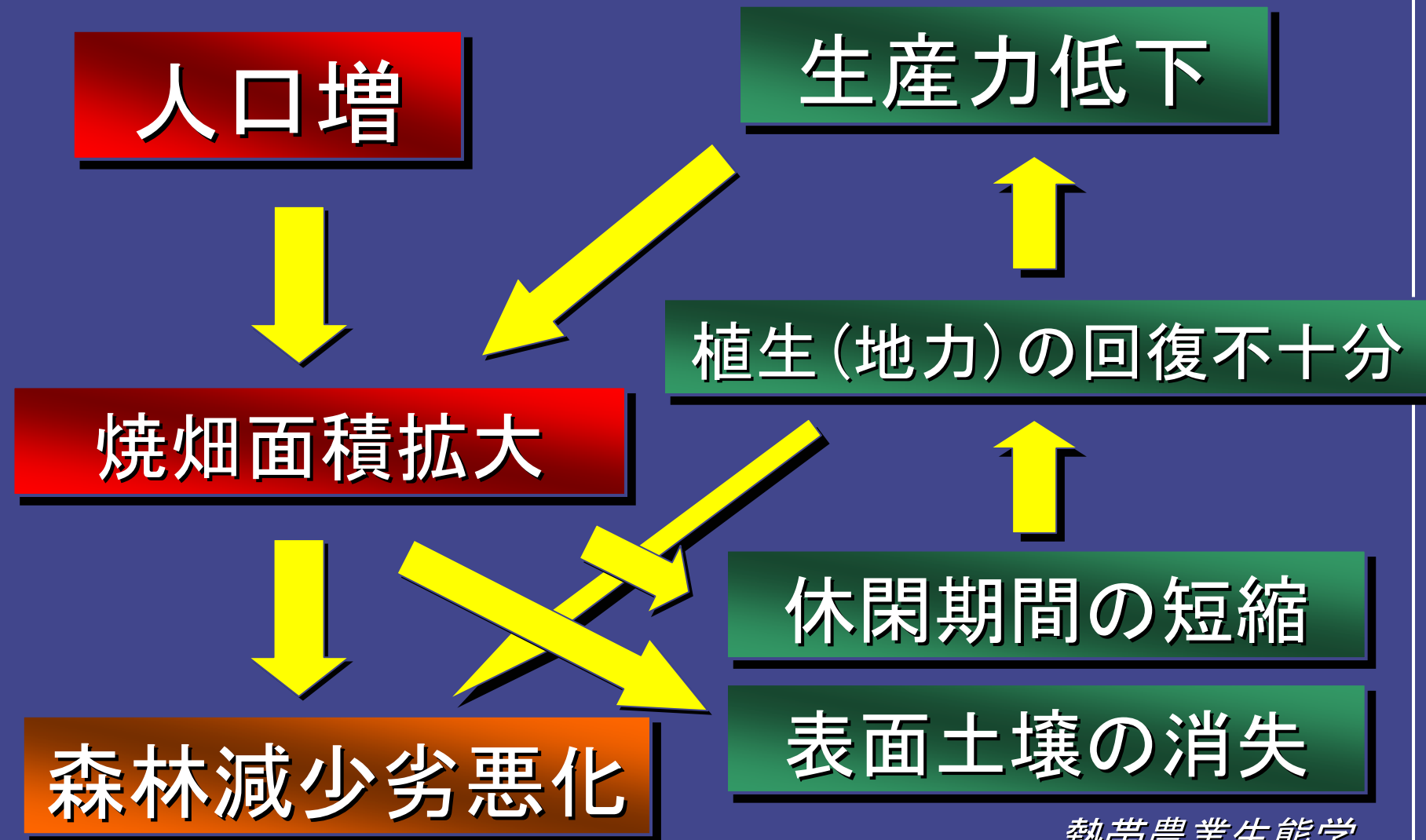
Jan. Feb. Mar. Apr. May June July Aug. Sept. Oct. Nov. Dec.

伐採

火入れ

陸稻 (Upland rice) 栽培

## 焼畑農業：人口と資源の関係





## 焼畑農業：人口と資源の関係

人口増

生産力低下

# 法的規制

畑面積拡大

休閑期間の減少

表面土壌の消失

森林減少劣悪化

## 焼畑の休閑期間 (Fallow period)

資源 >> 人口      20年以上（伝統的焼畑）

近年 → 休閑期間の短縮

原因

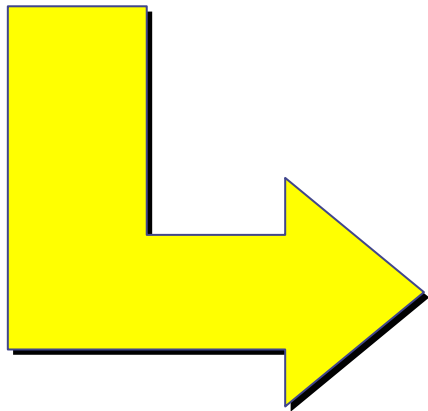
1. 人口増加
2. 政府による森林保護
3. 貨幣経済 (Cash economy) の浸透

商品作物 (Cash crop) の導入 → 焼畑面積の増加

## 焼畑の休閑期間 (Fallow period)

資源 >> 人口      20年以上（伝統的焼畑）

休閑期間の短縮 → 生産力低下



焼畑農業の変容  
集約化・多様化  
(Intensification・Diversification)

## 山地部 -- 斜面農業

伝統的な山地部の斜面農業

豊富な資源と相対的に寡少  
な人口

焼畑による陸稻生産



種々の要因による焼畑面積拡大

- 資源の枯渇による生産力低下
- 焼畑の変容

集約化（常畑化、化肥・農薬使用）

多様化（商品作物の導入）

## 山地部 -- 斜面農業の問題点

休閑期間の短縮と焼畑地の増大

森林資源の減少と劣悪化

← 政府による法的規制

← 焼畑農家への支援



焼畑の常畑化

(Permanent use of shifting cultivation land)

斜面農業の集約化・多様化

資源の競合 (Competition of resources)

栽培環境の保全 (地力維持、侵食防止)

環境問題の発生



## ロンポン村の景観が語るもの (Long Pong Village, Mae Chaem District, Chiang Mai Province, Thailand)

集約的斜面農業の典型 (Typical example of successful intensive slope land agriculture)

Hmong people の村

大温帯野菜産地 — 1,600 ha、以前は森林  
(トマト、キャベツ、シャロット等)

ケシ栽培からの転換 ⇐ 政府の援助

独自の発展、流通網の整備

⇒ 農業開発の成功例 or 大規模な自然破壊

