

東北タイ天水農業地帯における土壌水分調査

岡山大学保健環境センター 諸泉利嗣

1. はじめに

東北タイ地方は年間降雨量が 1200mm 程度あるものの、雨季と乾季が卓越しており、雨季に稲作が、乾季に畑作が行われている。農業の 70%が天水に依存しており、生産性が低い要因となっている。水資源を効率的に確保するために、自然の降雨だけでなく土壌水分や地下水の賦存量を把握し、農作物生産に利用することはきわめて重要である。

本研究では、天水農業地帯における水資源の確保という観点から、土壌水分の実態を長期間にわたり調査し、その結果を用いた水収支構造と水資源賦存量の推定を行った。さらに、調査結果を農民に役立ててもらうために農民集会を行った。

2. 研究概要

本研究は、(独)国際農林水産業研究センターとタイ国土地開発局との共同研究である。

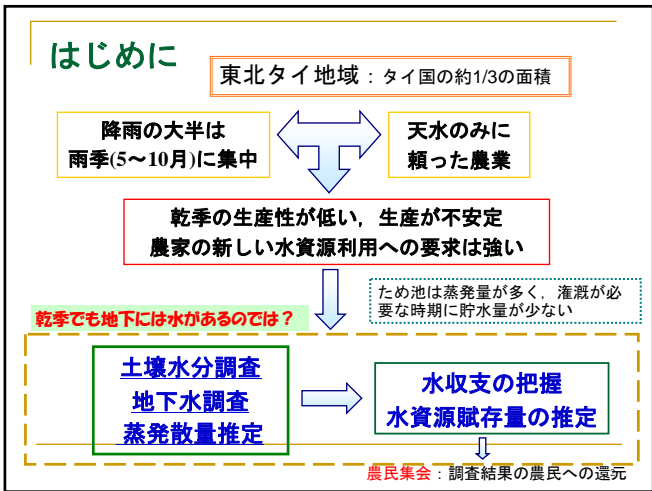
調査対象地区は、タイ国コンケン県 Nong Saeng 村内の天水農業地帯である。この調査試験地は、この地域の代表的地勢であり、緩やかな谷地形をなし、数百メートル間隔で溜池が設置されている。土性は、傾斜畑部では地表面から深さ約 1.0m まで Loamy sand 層(透水係数:約 10^{-4} cm/s)、1.0m 以深では Sandy clay loam 層(透水係数:約 10^{-6} cm/s)、天水田部では地表面から深さ約 0.6m まで Loamy Sand 層、0.6m 以深では Sandy clay loam 層であった。また、この試験地周辺の地下水は被圧地下水であることが、地下水調査の結果より明らかになっている。

土壌水分の測定には、プロファイルプローブ水分計(PR1/6;Delta-Device 社製)を使用した。この水分計は、土壌の比誘電率を測定して体積含水率に換算するもので、ADR水分計と同じ測定原理である。ADR水分計が1つのセンサーで1深度しか測れないのに対して、プロファイルプローブ水分計は、ファイバーガラス製の専用アクセスチューブを用いることにより、土壌を掘り起こすことなく、1つのセンサーで6深度を瞬時に測定することができる。測定は、専用のデータロガー(HH2;Delta-Device 社製)で手動計測した。

土壌水分量は、全体的に見ると雨季には各層ともほぼ飽和状態(≒34%)まで上昇し、乾季に入り次第に減少した。表層における乾湿の変化が大きく、下層における変化は非常に緩やかである。傾斜畑地に比べ天水田において高い含水率が示されており、傾斜畑地は比較的乾燥しやすい状態にあることがわかった。最も乾燥した時期においても、Sandy clay loam 層に多くの水分が保持されており、飽和に近い状態であることがわかる。この層が乾季におけるサトウキビの水分供給源であるといえる。また、雨季には全断面で常に高い含水率を示した。

3. おわりに

本研究では、東北タイのコンケン県における試験地で斜面方向の土壌水分のモニタリングを行った。乾季においても約 1m 深の Sandy clay loam 層は湿潤状態にあり、土壌中に多くの水分が保持されていることが明らかになった。これがサトウキビの水分供給源となっていると考えられる。また、水収支の推定結果から下層から上層への水供給が推察され、この水資源を農業に利用すれば生産性の向上に寄与できると考える。また、水資源確保の方法としてため池だけではなく土壌水や地下水の利用可能性を考えてもらうために、農民集会を開催し、土壌水分・地下水調査の結果を農民に示した。



プロジェクト研究—LDD, JIRCASとの共同研究—

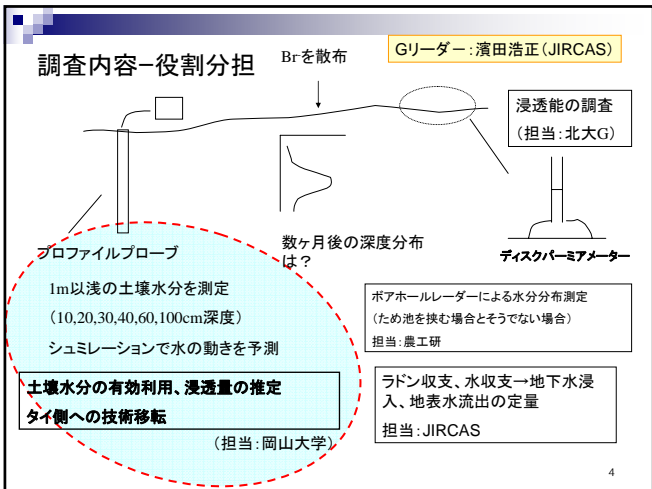
- 研究課題: 天水地域小流域における利用可能な水資源量推定手法の開発
- 期間: 2003~2004年(私が参加した期間)
- 実施機関: [日本] (独)国際農林水産業研究センター(JIRCAS), (独)農業工学研究所, 岡山大, 北海道大 [タイ]タイ国農業協同組合省土地開発局(LDD), コンケン大学
- 目的: 1) 東北タイにおける水資源の確保
2) 研究の成果をあげる(新しい現象の解明や調査手法の開発)
3) タイの共同研究実施機関への技術移転

新型土壌水分センサーの使用法

HYDRUSの講習会

農民集会—研究成果の農民への還元—

3



調査対象地域

Khon Kaen県 Nong Saeng村

東北タイ中央部
Khon Kaen市から南へ約40kmに位置
ため池は存在するが用水路はない
水田・畑は全て
降雨のみ(天水)に依存している

調査期間 2003年7月~2004年9月

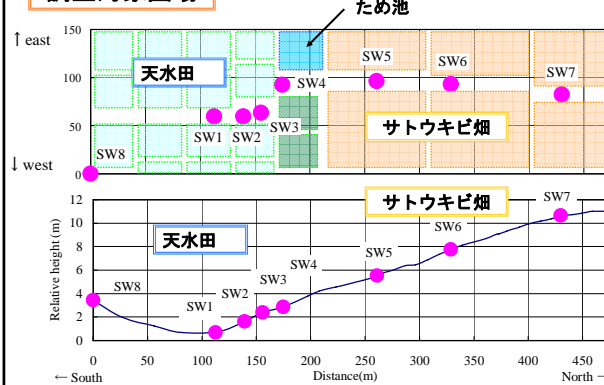


集中観測区域の写真(雨季) Lowland→Upland



7

調査対象圃場



表層：壤質砂土層(透水係数 約 10^{-4} cm/s)

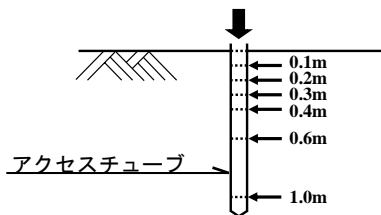
下層：砂質粘土層(透水係数 約 10^{-6} cm/s)

土壌水分の調査方法

プロファイルプローブ(PRI/6)

↓ 土の比誘電率測定

土壌を掘り返すことなく
同時に6深度の体積含水率を測定可能



PRI/6 9

プロファイルプローブによる土壌水分測定の様子



10

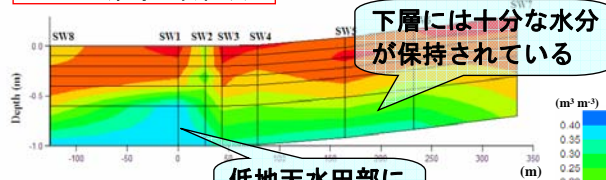
* 土壌水分の測り方

- 誘電率法** → 間接的な方法
土壌を構成する物質のなかで水の誘電率が他の物質より大きいことを利用した測定法
空気: 約1, 土粒子: 約2~5, 水: 約80
- 炉乾法** → 直接的な方法
乾燥炉内において, 湿潤土を105°Cにて18~24時間炉乾させた後, 乾燥土の質量を計量し, 減量分から土壌水分を求める方法
- テンシオメータ法** → 間接的な方法
土壌水のもつエネルギーをテンシオメータで測定し, その値を土壌水分量に換算して求める方法
- 中性子水分計法** → 間接的な方法
中性子の速度が水素原子によって著しく減速されることを利用して土壌水分を求める方法(危ないので最近ではあまり使われない)

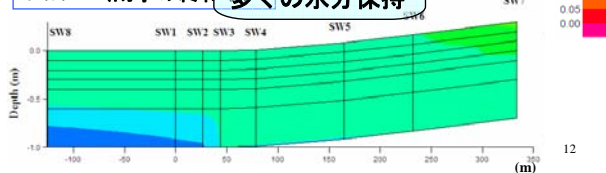
11

土壌水分量の横断面分布

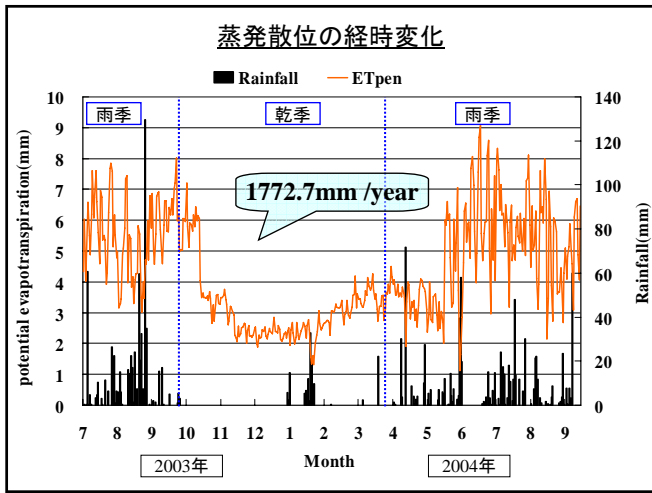
04/4/20 (乾季の終わり)



04/9/24 (雨季の終わ)



12



圃場の水収支 $P = ET + \Delta S + M$

降雨量 P
03'7-04'7 **1005.7mm/year**

下層浸透量 M

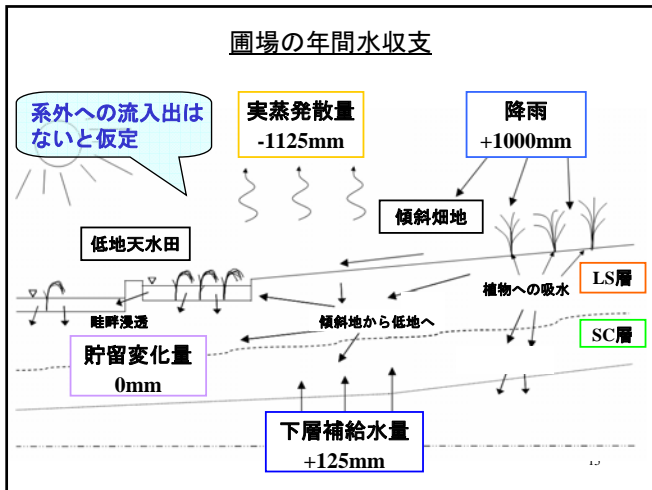
実蒸発散量(ET)の算出
過去の実蒸発散量の測定研究*から
→ 降雨1000mmに対し**1125mm/year**

作物係数 = 実蒸発散量 / 蒸発散位
日本の畑地灌漑の設計基準では、サトウキビの作物係数は約0.8である

蒸発散位は**1772.7mm/year**
作物係数の年平均は**0.635**と推定

土壤水分貯留変化量 ΔS
調査期間において**±0**

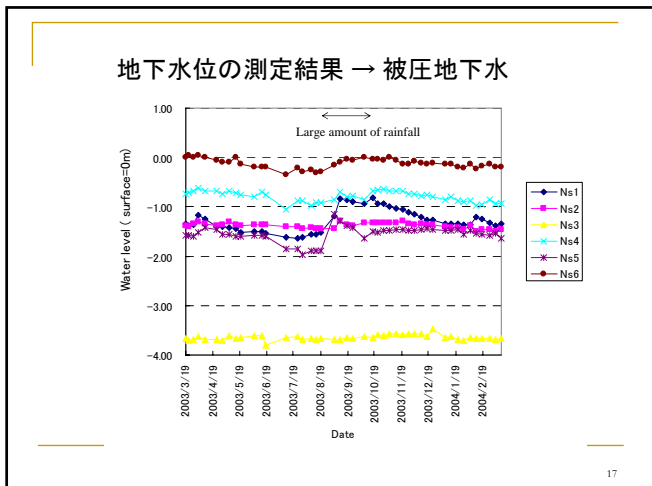
*Ohba and Ponsana, 農業気象42(4): 329-336, 1987



地下水位の測定

Ns.8: setting in 2004
Water level: 30cm above the surface

帯水層: 深さ約4~30m
透水係数: $10^{-2} \text{ cm s}^{-1}$



* 不圧地下水と被圧地下水

■ 不圧地下水
大気と直接つながっている自由地下水面をその上端とする飽和土層に含まれる地下水。比較的浅い層に位置することが多いため井戸による地下水利用が容易である。

■ 被圧地下水
不透水層に挟まれた帯水層にあり、大気圧より大きな圧力を受けた地下水のこと。

結論

土壌水分動態

⇒ 乾季にも下層に多くの水分が保持されている
低地天水田に水が溜まり易い

約0.26~0.28t/(m²day)

圃場の水収支

⇒ 下層からの水分補給がある
被圧地下水が豊富にある 約10~13t/m²

下層の水分や地下水をうまく利用すれば
 乾季の農業生産性に貢献できる

19

農民集会 一研究成果の現地農民への還元

■ 集会の目的

土壌水分・地下水調査の結果を農民に示し、水資源確保の方法として、ため池だけではなく土壌水や地下水の利用可能性を考えてもらう。

■ 2004年9月27日

■ 参加農民約20人、研究者5人（コケン大学、JIRCAS、岡山大学）

■ 調査地域の農家は、平均約40rai(1rai=0.16ha)の農地と2つのため池を所有 **甲子園球場のグラウンド面積の約4.3倍**

■ 主な農作物：コメ、サトウキビ、キャッサバ

■ ため池は、養魚、稲作、放牧、野菜、果樹などに利用されているが、ほとんどが自給生産



20

農民集会の様子



表-1 土壌・地下水調査結果に対する農民の意見・質問

- 1) 土壌水分分布と経時変化
 - ・耕起しているので、どこが乾いていて、どこが湿っているのか、わかっていない。
 - ・雨の後、種まきをしているので、土壌水分は考慮している。
- 2) 土壌・地質調査結果
 - ・5mくらい掘ったが、地下水は出てこず、石だけだった。(斜面の上の方ではありうる。)
 - ・20年前は地下水を飲んでた。
 - ・場所によっては、レキがでてくる。(砂岩の風化の程度によっては考えられる。)
- 3) 土壌水・地下水利用に関して
 - ・井戸の植段は上昇している。なぜなら、石油上昇によってPVCパイプの植段も上がっているからである。
 - ・ため池は水位低下が速い。(多分、蒸発によるものと考えられる。地下水はそういうことはない。)
 - ・地下水のある場所を探すのに特別な技術はあるのか？(Nong Saeng村はどこを掘っても地下水が得られると考えられるので、特別な技術はいらない。)
 - ・帯水層である砂岩層の厚さは？(場所によっても違いますが20m以上ある。)
 - ・井戸の場所はその様に固定すればよいのか？(どこを掘っても地下水がとれるので、農地に水を供給しやすい場所、耕作に都合のいい場所にするとうい。)
 - ・井戸を掘るのは有効なので政府に補助を働きかけて欲しい。
- 4) その他
 - ・サトウキビ畑にするため森林を伐採したら土壌侵食が激しくなり、ため池がすぐに埋まってしまう。
 - ・土壌侵食対策もやって欲しい。
 - ・ため池は魚が飼えるから、井戸より好きだ。(ため池の水位が低下して魚が飼えなくなった時は、地下水で補給する。地下水との併用は重要である。)

() は農民に対する筆者の回答

*「濱田・諸泉・Suphanchaimat, 土壌の物理性99:95-101, 2005」より。

おわりに

- 途上国での農村地域の生産基盤や生活環境を向上させるためのプロジェクトでは、受益農民の自立意識を高めることが重要である。そのためには、科学的な手法で得られたデータを農民に示し、農民とともに解決策を見いだしていく参加型研究が有効になるであろう。
- 今回、東北タイ天水農業地帯を対象として、土壌水分と地下水の調査を行い、その結果を農民に提示したところ、多くの意見・質問を得た。水資源や環境に対する農民の関心は高く、今後は、調査結果を基にして現地に適した水資源確保と有効利用法を、農民とともに創りあげていくことが重要である。
- ダム等の人工の水利構造物ではなく、土壌水分や地下水などの水資源の適度な利用は、安全で自然と共生した地域環境保全につながる。

23