農業気象 (*J. Agr. Met.*) 43 (1): 65–70, 1987

熱帯の農業気候・生気候・地生態と 農業に関するシンポジウム

高橋 英紀*・真木 太一**

(* 北海道大学大学院環境科学研究科
** 四国農業試験場土地利用部作目立地研究室)

Symposium on Tropical Agroclimate,
Bioclimate, Geoecology and Agriculture

Hidegori TAKAHASHI* and Taichi MAKI**

(* Graduate School of Environmental Science,
Hokkaido University, Sapporo 060, Japan
** Laboratory of Crop Location, Land Utilization Division,
Shikoku National Agricultural Experiment Station,
2575, Ikano, Zentsuji, Kagawa 765, Japan)

1. はじめに

IGU (International Geographical Union) のワーキンググループの1つに「熱帯気候と人間集落」を中心テーマとして活発な研究活動を展開しているグループがある。このグループでは年1回、世界の熱帯地域、あるいは熱帯の研究が盛んな地域でシンポジウムを開催している。1978年にナイジェリア・ラゴスで開催されて以

来休みなく活動が続けられている。1986年には、中国南端の台湾につぐ大きな島、海南島(図1)で第8回目のシンポジウムが開かれた。

今回のシンポジウムのテーマは「熱帯の農業気候・生気候・地生態と農業」で我国からは筑波大学の吉野正敏・永塚鎮男、弘前大学の牧田肇、上越教育大学の中川清隆、岐阜大学の野元世紀、東京学芸大学の白坂蕃と我々の8名が参加した。

会場は海南島中北部の儋県宝島新村にある華南熱帯作物研究院(図2)で、11月20～22日の3日間が論文発表

図1 海南島のシンポジウム開催地および
ポストコンGRESツアーのコース

図2 シンポジウムが開催された華南熱帯作物
研究院・科技情報研究所

会、23～26 日がポストコングレスツアーであった。海南島は別名を宝島と呼ばれているほど風光と食物に恵まれた島で、季節的にも乾季に入りかけの温暖な気候でシンポジウム開催中は連日晴天となり絶好のコンディションであった。

以下、シンポジウムの概要と日本ではあまり知られていない海南島の自然と農業、ポストコングレスツアーの様子などを紹介する。

2. シンポジウムの概要

シンポジウムの主催団体は先に述べた IGU のワーキンググループであるが、世界気象機関(WMO)、国連環境計画(UNEP)、中国熱帯作物学会、中国地理学会と共催された。それゆえ幅の広い研究が発表できるものであった。地元のオーガナイザーは前述の華南熱帯作物研究院ゴム栽培研究所所長の郝永路氏であった。主催者側のオーガナイザーは吉野教授と中国科学院自然資源綜合考察委員会の江愛良教授、名誉オーガナイザーは中国科学院地理研究所の前所長で、現在中国地理学会会長の黄秉維氏と華南熱帯作物研究院院長の黄宗道氏であった。

発表数は全部で 38 題で、そのうち中国以外是我々日本人 8 人の外、ドイツ人 1 人、オランダ人 1 人、カナダ人 1 人で、国際会議としてはやや国際色に欠ける感があったが、各発表会に対し質問が多く出て活発な意見の交換が行われた。発表は以下に述べる 8 つのセッションに別れていたが各セッションの中から、1～2 題ずつ内容を紹介する。なお、会場は暗幕が装備されておらず、薄いカーテンだけの遮光であったためと、会場の広さの割にスライドプロジェクターの光が弱くて、スライドが見えない場合が多く、アブストラクトの他に詳しい内容を書いたプリントが配布された場合には理解しやすかったが、スライドだけでの話ではかなり難解であった。

セッションⅠ. 熱帯一般(座長、吉野氏)：発表のトップバッターは西ドイツ、マインツ大学の M. Domroes 教授で南中国の熱帯、周辺熱帯の範囲についてその特徴を論じた。このセッションで興味を引いたのは広東省気象学会理事長の李真光氏の報告で広東省における降雪記録から過去 500 年の冬季の気候変動を解析したもので 1900 年代の観測時代ではほぼ北緯 23° の広州から南寧への線が降雪記録の南限であるが、1600 年代は前半、後半ともに北緯 20° の海南島北端にまで南下し、1800 年代の前半にも同様な傾向が見られたとのことであった。

セッションⅡ. 熱帯一般(座長、Domroes 氏)：ここでは熱帯土壌や降水特性などの報告がなされたが、カナダ、カルガリー大学の L. C. Nkemdirim 氏は北緯 51° のカルガリーでの大気汚染の指標について報告し、熱帯に

関するシンポジウムとしては違和感をおぼえた。

オランダからきた S. Nieuwolt 氏は、マレーシアにおける雨は数日間土砂降りが続くその後しばらくは旱天が続くと言う降雨形態のため、降雨災害と干ばつが繰り返し起きていることから 1 日当りの水収支から導いた指標を使って両災害の時間的地域的評価を試みていたが、スライドが非常に見えづらく、詳しい内容については分らなかった。

セッションⅢ. 海南島の気候(座長、Nieuwolt 氏)：ここでは 6 題の発表があったが、海南島の降雨、気温、風の全域あるいは局地的な特徴を数値解析、あるいは移動観測などで明らかにしようとするものであった。その中で、中国気象学会常務理事で蘭州高原大気物理研究所名誉所長の高由禧氏は、海南島の南東約 200 km にある西沙島(面積は海南島の 1 万分の 1)での観測値を地形の影響を受けていないと仮定して基準値とし、海南島各地の風と雨に及ぼす地形の影響を推定していた。

地形が海南島の降水分布に及ぼす影響については中山大学の林応河氏も発表していたが、山地の風下側にできる渦域での収束を原因として挙げていた。

セッションⅣ. 熱帯の植生、森林と都市(座長、江愛良氏)：ここでは 3 題の発表があった。シンポジウムの会場となった華南熱帯作物研究院の副院長である莫善文氏らは「海南島から見た熱帯における農業、林業と自然保護の共存」と題してグローバルな視点から自然(林)に与える人間のインパクトを概説し、次いで海南島の開発の歴史を述べ、現在の自然保護区の設定状況について報告した。それによると 1950 年に海南島には島面積の 22% に相当する 1 次、2 次林があったが、1981 年には僅か 10% に減少し、残されているのは開発が難しい海拔 500 m 以上の地域であり、そこは今、流域の保全からも重要な役割を演じているとの事であった。

華南師範大学の楊士弘氏は海南島各地の気候の特徴と都市計画上の問題点について報告した。風に関しては主に大気汚染と関連させて言及し、海南島の各都市の大気は清浄な方であるが、局地的にはかなり高濃度の SO₂ や NO_x が観測されており、海岸地帯よりも静穏日の多い内陸盆地、例えば通什等での都市計画では配慮が必要であるとしていた。また、海口の例のように、日最高気温が、32℃ を越える日が 100 日もあるような都市では、都市気候により、さらに高温となる傾向にあることから、都市の緑化対策の必要性を強調していた。降水に関しては地域差、季節差、都市毎の差が大きいことから都市への水供給が非常に不安定なため、貯水池の建設が急務であるとしていた。

セッションⅤ. 海南島の農業(座長、Nkemdirim 氏)：

ここでは6題の発表があったがオーガナイザーの郝永路氏は「海南島の農生態的環境と新しい熱帯作物栽培の可能性」と題して発表し、その中で海南島で過去30年間に起きた低温災害は冷氣移流型ではなく、すべて放射冷却型であると述べていた。また台風の被害も大きく1970年から1978年までの9年間に上陸した台風は13個でゴムノキの被害は累計で全体の44%に達したとのことであった。氏の講演は容姿に似て実にゆったりとした話ぶりであり、あまり時間にとらわれず、かなりの時間をオーバーした。ここで大変興味をそそられたのは演壇の上に飾ってあるきれいな造花の意味であった。各講演者が話を始めるときは赤いバラが一輪さしてあるだけだが、15分ほど経過すると可憐な女性が青いバラの花を追加して時間を知らせるという真に優雅な方法が取られていた。ちなみに郝氏の場合は30分以上も経過したため3本目の白いバラの花を贈られていた。実に微笑しい光景であった。

島の南部にある広東省保亭熱帯作物研究所の李師融氏は吉野正敏氏の「小気候」を中国語に訳した人で、小気候研究に造詣が深く、研究発表も海南島や広西壮族自治区での局地性低温災害や強風災害に関するものであった。ゴムノキの冷氣移流型低温災害の事例として広西壮族自治区南東部の国営農場での調査結果を挙げ、南下してくる移流冷氣に対して向風面である北向き斜面のゴムノキの低温被害は51%に達したのに対し、背風面である南斜面では僅か14%であったと報告していた。この事実には冷氣移流型の低温災害における風速の重要性とそれに関連して地形の重要性を示すものであるが、南向き斜面の方が被害が少なかったことは、この型の災害時には日射が少ないとはいえ、斜面の向きによる受熱量の差異も影響を与えているものと見られた。

セッションⅥ ゴム園と微気象（座長、郝永路氏）：ここでは5題の発表があった。雲南熱帯作物研究所の張汝氏は雲南省西双版纳における冬至期の斜面方向別の日射量を計算し、ゴムノキの寒害との関係を調べ、ゴムノキの寒害は日射の多い斜面ほど被害が少なかった。また、同じ密度で栽培するならば樹間距離を狭くして列間を広くすると良いこと、列の方位は東西より南北が有利であると述べていた。

「西双版纳における温度逆転とゴムノキの高地栽培」と題して発表した江愛良氏は中国における農業気象研究の第一人者であり、現在中国科学院の自然資源総合考察委員会のメンバーの一人で、中国農業科学院農業気象研究室の顧問も務めている。温厚ではあるが学問に対する熱意と厳格な姿勢が風貌からにじみ出て来るような人柄で、弟子達も多く、中国各地で農業気象研究に活躍して

いるのである。今回のシンポジウムで氏は3編の研究発表を行い、その精力的な活動に感銘を受けた。内容は雲南省の中南部にある西双版纳の2つの谷とその間にある比高500m程の尾根地域の気温分布とゴムノキの低温被害の分布についてである。谷底から尾根にかけての地域に気象観測点を設け、得られたデータからチェビシェフの直行多項式とステップワイズ法を使って比高と時間からその地点の気温を推定し、ゴムノキの低温災害を回避するような配置について検討していた。

セッションⅦ ゴム園・防風林と気象災害（座長、高由禧氏）：ここでは著者らの報告もあわせて4題の発表があった。広東熱帯海洋気象研究所の黄増明氏は「海南島におけるゴム園内の微気候」と題して、島内4地点におけるゴム林およびゴム・チャ混栽（間作）、自然2次林、草地のそれぞれの熱収支、気温分布の比較研究について発表していた。

ファジー理論を使ってゴム林の群落構成の生態学的な利点について解析を行った高素華女士は中国国家気象局気象科学研究院の研究者であり、昭和60年に大阪で行われた農業気象学会全国大会に参加した中国黒竜江省気象科学研究所の孫玉亭氏とは遼寧省瀋陽農学院での同級生との事であった。

セッションⅧ その他の熱帯作物（座長、牧田氏）：ここではパイナップル、コーヒーなどの熱帯作物または薬用植物についての報告があった。

広西気象科学研究所の温明氏は羅漢果の生態環境について報告した。羅漢果は蔓性の多年生の植物で中国では薬用にしたり飲料に使っているそうである。

以上でシンポジウムの発表は全部終了したが、最後に黄秉維中国地理学会会長が「中国における気候区分と地域区分、その過去と将来」と題して閉会の講演を行いシンポジウムを締めくくった。

3. 海南島の自然と農業

海南島は中国では台湾に次ぐ大きな島で、面積は33,907 km²で日本の九州より少し小さく、人口は528万人で北海道とほぼ同じである。北緯18°~20°、東経108°~111°に位置し、西沙、南沙の小さな島を除くと、中国で最南端の農業地帯である。最寒月（1月）の平均気温が18℃以上となるのは島の南半分であり、ケッペンの気候区分で言う熱帯に属している。中国では10℃以上の積算気温を使って独自の気候区分を行っているが、海南島では積算気温は8,200~9,000℃もあり、中国式区分で言うならば周辺熱帯（中国科学院自然地理編集委員会、1984）に当たる。この高い積算温度からも分かるように稲は年間2~3作が可能である。また、中国で自国内消

費の多いゴムや輸出による外貨獲得の目玉である紅茶、その他、コーヒー、コショウ、ココヤシ、アブラヤシなどの栽培が盛んである。

表1は島内で栽培されている主な作物の栽培面積であるが、稲が最も多く、次いでゴムノキ、サトウキビ、その他の熱帯作物の順となっている。稲は早生、中生、晩生いずれも栽培されているが、水の利が得られるところでは早生と晩生の組み合わせで二期作が、水が十分に得られないところでは中生(陸稲)と落花生やキャッサバなどの二毛作が行われている。稲の収量は比較的収量の高い早生種で1976年の場合、全島平均で3.4 t/ha(譚, 1985)であり、やや低いが、同年に十分肥培管理された試験地では11 t/haも取れたと報告されており、今後の栽培技術の向上により収量はかなり上がるものと見られる。

表1 海南島における1983年の作物栽培面積
(Ichikawa, 1986)

	作物名	栽培面積(ha, %)	
熱帯 亜熱帯 多年生 作物	ゴムノキ	297,393	22.4
	ココヤシ	15,147	1.6
	カシュナツ	10,607	1.1
	レモングラス	9,100	1.0
	コショウ	3,800	0.4
	アブラヤシ	2,460	0.3
	ビンロウヤシ	1,867	0.2
	コーヒー	1,300	0.1
	サイザルアサ	1,293	0.1
亜熱帯 果物	パイナップル	7,503	0.8
	レイシ	2,976	0.3
	バナナ	2,700	0.2
	カンキツ	1,094	0.1
	リュウガン	1,074	0.1
中間 作物	イネ	424,094	44.7
	工芸作物	121,906	12.8
	一般作物	35,474	3.7
	野菜	21,940	2.3
	チャ	6,880	0.7
合 計		949,608	100

このように、良いことづくめの様な海南島の農業にも悩みは多い。そのうち気象に関わる問題としては、冬季の寒波(寒潮)による低温災害、冬から春にかけての干ばつ、夏の台風による大雨と強風である。これらの気象災害についてはいずれ機会をみて報告したい。

4. ポストコンGRESツアー

論文発表終了後、エクスカージョンがあり、日本5人(吉野・永塚・野元・白坂氏と真木)、オランダ2人、カ

ナダ2人、ドイツ1人とホスト側8人の計18名が参加した。2台のワゴン車(トヨタ)に分乗して23日午後ゲストハウスを後にした。

1日目は那大、菅根から海南島の最高峰(1,867m)五指山の近くを通過して通什に夜着いた。途中の農村風景は特徴的で興味深く、特に図3のように低地は水田、やや低地はキャッサバ、サトウキビ、中腹は茶園、高地はゴム園で小尾根にはアカシア(台湾相思樹)の防風林という土地利用形態が典型的であった。またシェードツリー(アカシア)を配置した茶園(図4)は見事であった。

図3 海南島農村域の典型的な土地利用形態

図4 アカシアのシェードツリーを配置した茶園

2日目は保城の広東省保亭熱帯作物研究所を訪問した。傾斜ゴム園では林間気象として気温、雨量、蒸発量等が観測されていた。小型蒸発計は地上約50 cmに置かれ、百葉箱は小型であった。傾斜地ゴム園では土壌管理がよく実施され、段畑は傾斜方向に逆に傾斜をつけ、土壌侵食防止と雨水保持を行っている(図5)。なお、保亭では気象データがもたらえた。年平均気温 23.9℃(1月 18.9℃, 7月 27.1℃)、年降水量 1,894 mm、雨期と乾期が明瞭で87%が暖候期に降る。年平均風速 1.3 m/s、日照 1,870 時間である。

三亜市への途中で田植風景を見た。海の塩田のすぐ横では水苗代を作り、ヤシとの間作が行われていた。3期

図5 ゴムと茶の間作状況(斜面方向と段畑の傾斜は逆向)

作でいつでも栽培できるそうである。三亜は島の南端で熱帯のため、中国政府が国際観光都市にすべく力を入れている所で、海岸では年中泳げるため著者も試みた。

3日目は三亜の西方、天涯海角への往復の途中に広い水田地帯を見たが、もう少し西では南繁育種という、水稻の高生産種の雑交培育(ハイブリッド生産)が行われている。そこでは中国本土から農民や科学者が来て栽培し、収穫した種子を持ち帰り、その土地の適期に栽培する方式をとっている。

三亜から北上して興隆試験場(平均気温 24℃, 降水量 2,400mm)を見学した。ゴムとチャ、コショウ、コーヒー等の間作(図5)は興味深かった。10m間隔のゴム列間に1.5mのコショウが3列あり、ゴムは1年早く植えられている。間作初期のコショウ収量 10a 当たり 150kg が現在は 30kg となり、対照区の 380kg と比べて非常に減収するが、ゴムが主体ではある。

ゴムとコーヒー間作ではゴム1列当たりコーヒー4列である。ゴムの生長につれて 10a 当たり 150kg のコーヒー収量が現在は 90kg に減収したが、まだゴムは5年生のため収量はない。なお、ゴムの生長は2年で3~4m, 3年で6~7mである。また、防風林に囲まれた古い25年生のコーヒーに高生産種を接木していた。その防風林はアカシアの上層木に蘿芙木の中層木、トゲのある白藤(紅藤)の下層木で作られている。下層木は防風と動物除けである。他にカカオ、バニラ等が栽培試験されていた。

付近の華僑農場でもゴムとチャ、ゴムとコショウが間作されている。コーヒー園では1986年1~2月に寒害を受けたため花が少なく、1987年は果実が減少し、相当の被害だと聞いた。なお、この園では1963年に-2℃, 1973年に2℃を経験しており、今年は7~8℃で2回の寒害があった。例年だと2~8月に開花するが、今年は9月に開花したという。

4日目はそれまでの天気が一転し、雨の中を黄竹の広東省国営南海農場(年平均気温 24℃, 降水量 2,000mm)を訪れた。ここには防風林に囲まれた見事なチャとゴムの間作圃場があり、生態系を維持している。ゴムの配列は1本列状・4本列状型があり、ゴムは、① 3.7×12m, ② 2.0×15m, ③ 1.0×1.2mの4本組の方形植で4.9×15m間隔である。チャは0.4×1.7m植であり、ワラでマルチされている。防風林は南北150~200m, 東西300~400m区間で、林帯幅9~11m, 植栽間隔1×1.5mである。遮光が過度にならないように密閉度は30~60%で低い所が多い。樹種はアカシア、ユーカリ、モクマオウであるが、耐風性はこの順に小さくなる。樹高は非常に高く、20mにも達している。

チャ・ゴム間作には次の特徴がある。①ゴムがシェードツリー(日陰樹)の役割を果たす。②チャ園全体が防風される。③気温が低くなり、チャの味が良く、マイルドになる。④鳥が来て害虫を食べる。⑤ゴムの落葉が肥料となり、ミミズや微生物が土壌の物理性を改善する。⑥傾斜地では土壌侵食防止となる。

シェードツリーがあると一時的には収量が低下するが、長期的には高収量となる。なお、チャ・ゴムではゴムからの収益も多いが、チャ・アカシアではチャが主体となる。

岐阜大出身の王(前)場長の案内で紅茶工場を見学した。チャは3~12月で8番茶まで52~56回摘み採るとのことで製品の95%がロンドン市場に輸出されている。ミルクティーをごちそうになったが、紅茶党の著者が味の良さに驚嘆した。渋さと甘さは何とも言えない本場の風味であった。紅茶の入れ方は④だそうである。

黄竹では米は2期作で10a当たり1回目は300kg, 2回目は230kg, 合計530kgの収量である。

5. おわりに

中国では間作によって生態系を維持し、気象資源を高度に利用し、また防風林も3層に作っているなどきめ細かい対策が施されている。水田では高刈りされたワラがそのまま水牛の餌になり、また道路、空地ではニワトリ、アヒル、ブタ等が放し飼いになっているなど、種々の資源が有効利用され、有機的に農業が営まれているように感じた。

なお、研究集会に際して種々お世話になった吉野正敏(筑波大)、黄秉維・江愛良(中国科学院)、黄宗道・郝永路(華南熱帯作物研究院)の各教授に対して心より謝意を表す。

参 考 文 献

- 何大章, 廖興枏, 張声隣, 郭恩華, 王鼎祥,
吳厚水, 譚偉瑞, 1985: 海南島熱帶氣候資源特性
• 海南島熱帶農業自然資源與區劃(論文集). 1~26.
- 譚偉瑞, 1985: 海南島氣候與稻作 • 海南島熱帶農業自然資源與區劃(論文集). 156~162.
- Ichikawa, T., 1986: Agriculture and landuse in tropical China. *Climatological Notes*, **35**, 203~210.