農業気象 (*J. Agr. Met.*) 42 (2): 153–159, 1986

管見 — 中国の気候と農業 (I)

内 嶋 善兵衛

(農業環境技術研究所気象管理科)

Short Report of Climate and Agriculture in China (I)

Zenbei UCHIJIMA

(Div. of Agrometeorology, Natl. Inst. of Agro-Environ. Scs.)
Kannon-dai 3-1-1, Yatabe, 305

1. は し が き

中国はユーラシア大陸の東南部を占める巨大な国であるばかりでなく、その歴史の古さから見ても文物の豊かさから見ても、世界のなかで大きな重味をもつ国の一つであろう。遣唐使などが往来した大昔から我が国と中国とは深いかかわりあいを持ちながら現在まで存在してきたし、この関係は今後も続くものと思われる。

最近、日中交流は著しく拡大・深化され、農業分野でも公的・私的の各レベルにおいて密な交流がなされるようになってきている。当学会のなかにも共同研究・国際会議・調査・留学などを通じて、中国との交流が盛んになってきている。中国は10億をこえる人口をもつ国で、それを扶養するために農業生産の発展に多大な努力を傾けてきている。しかし、広大な国土のいたる所で各種の気象災害が発生し、建国後も何回か食糧の輸入に転落した。このため、農業と気象との関係の研究には多くの力が注がれてきた。建国直後は隣国ソ連の農業気象に関する多くの文献が訳され、ソ連流の気候資源評価法などがかなり定着している。

一方、ここ数年来西欧諸国との農業気象面での交流が着実に進行しており、多くの若い研究者が西ドイツ・カナダ・アメリカなどの大学に留学し農業気象の研究に励んでいる。また、有名な学者を国内へ招いて研究会・講習会などを開いて新しい農業気象知識の吸収に努めている。これと歩を同じにするように、北京の農業科学アカデミーの農業気象研究室を中心にして農業気象学会が組織され、我々の雑誌と同名の“農業気象”が発行され、すでに7巻に達している。このような研究の展開を背景

昭和61年8月11日 受理

にして、来年8月下旬には北京で“国際農業気象学会”を開くことが決まり、我が国の会員数名にも招待状がとどいている。

このように隣国“中国”で農業気象研究がかなり活発になり、学会員の交流も日増しに盛んになり、また今年からは中国東北地方(三江平原)で日中共同の冷害克服に関する試験研究も開始されようとしているにもかかわらず、我々の中国の農業と気候に関する情報はかなり限られている。これは言葉の壁もさることながら、我が国の学界にみられる西欧・アメリカ重視の影響もあるように思われる。幸い筆者は1昨年10月に短期間・駆け足ながら中国(特に東北地方)を訪れ、多くの農業気象研究者などと交流することができた。また、文献・書物の交換を通じて断片的ながら研究の歩みを知ることができた。これらの情報は中国全体の農業気象を理解するには極めて不十分であるが、あえて管見として中国の農業と気象とをとりまとめてみたいと思う。

2. 地形と気候条件

a. 地形的特徴

中国は9.6億haの国土をもつ巨大な国で、最北端は北緯54度、南端は北緯18度(ただし南沙群島は北緯7度)に及んでおり、その東西は東経73度から135度まで広がっている。そのなかには地球上の大気大循環にまで影響を及ぼし、我が国の気候に作用するといわれている標高5000mを越える西藏高原や熱砂のタリム盆地、そして5000年以上の歴史を育てた華北・華南平原を抱えている。これらの地勢の概要が図1に示されている。

この図からまずわかることは、東経110度を境にして西部には数多くの山脈・高原・山間盆地が、東部には大

図1 中国の地勢の概略

河川の沖積平野が広がっていることである。それゆえ、東西線上の地勢は西高東低の形になっている。これはインド亜大陸プレートとユーラシアプレートがヒマラヤ山脈の近くで衝突しているという構造地質学的現象の結果といわれている。これはヒマラヤの背後に平行的に走るクンロン、テンション、チーリエンの各山脈そしてそれに直交するように走る横断山脈、さらには南東部に大きく張出している中国の地形に反映されている。

図にもみられるように、意外と平原が少なく山岳・高原の占める割合が高い。いま地勢別に国土の百分率をみると次のようになり：

山岳，30%；高原，34%；丘陵地，10%

盆地，16%；平野，10%

平野と盆地はわずかに26%にすぎない。1982年に発表された人口統計によると、人口密度は106人/km²と我国の人口密度(314人/km²)の約1/3であるが、上に示した平野・盆地の少なさを考えると可住地域の人口密度は400人/km²を超えるものと思われる。

b. 気候条件の分布

中国は地形的特徴のために世界でもよく季節風(モンスーン)の発達する地域である。すなわち、冬季には大陸内部ーシベリアー帯に形成される低温・乾燥の高気圧から高い頻度で東方および南方に向かって冷気が流れ出す。その度に中国各地は強い厳寒に見舞われる。中国では、この強い寒波を“寒潮”とよんでおり、農業生産を初め各種の生産活動に影響を与えている。この寒潮の発達のため、中国各地の冬季の厳しさは同緯度の地域よりもかなり厳しく、1月平均気温について次のように報告されている。

東北地方 14～18℃低，黄河流域 10～14℃低

長江以南 8℃低，華南沿岸区 5℃低

これからわかるように、冬季は同緯度帯の他の地域より

相当に低温である。この寒潮は華南沿岸地域および海南島域にまで流出することがあり、これらの地域の亜熱帯・熱帯作物に深刻な影響を与えることがある。特に、ゴム自給を目指して展開されている海南島や華南一帯のゴム樹の被害は大きい。

一方、夏季には風の流れは全く逆になり多湿な暖風が南および南東海域から中国内部へと吹込んでくる。このため、5月には華南一帯に降雨ベルトが形成され、季節の進みに伴って北上する。6月中旬には長江の中・下流域へと達し、さらに淮河以北へと北上する。8月になると黄河流域でも雨が多くなるが、下旬になるとこの降雨ベルトも消失する。この降雨ベルトの動きは日本の梅雨と相似していて、“ひまわり”画像によると全く連動していることがわかる。この降雨帯の活動のため、中国の南東部一帯は世界的にも多雨域で、この雨期の早晩、量の多少は中国の農業生産に密接に関係している。

たとえば、1954年には南からの多湿な暖気は北方からの冷氣塊によってブロックされ、7月には淮河流域に降雨帯が停滞し連続大雨をもたらし、長江の中・下流域に100年来という大洪水を惹き起こした。一方、1959年には季節の初期に降雨ベルトが北上してしまい、夏を通じて高温・干天が続いて華中平野は深刻な旱魃に見舞われた。

以上の説明からわかるように、中国の冬季は大陸性寒冷気候であるが、夏季は高温となり同緯度帯のなかではかなり厳しい暑さである。この夏気候は多くの夏作物の生長に極めて好都合で、水稻・棉・トウモロコシ・ソルゴー・大豆などが広く栽培されている。図1に示されている中国西部の広大な内陸盆地は典型的大陸性気候で、高温・乾燥・日射豊富などと高生産農業のための条件をかなり満足しており、ただ水資源の欠乏がネックである。高山の雪融水などの確保される地区では、良質な棉花、美味な瓜・果実などが生産されている。また、冷涼な夏気候をもつ西藏高原はコムギの生育に適していて、最近収量ならびに生産量が着実に上昇している。

c. 主な気候要素の分布

i) 全天日射量

気象現象および生物生産の基礎である全天日射量の観測点はまだかなり限られているが、主として日照時間の資料による計算法で全天日射量の分布が研究されている(地図出版編集部，1983)。中国全土の全天日射量の年間値(kcal/cm²)の分布が図2に示されている。263 kcal/cm²の最大値を含む高値域は北部の砂漠盆地ではなく、4～5000 mの平均高度をもつ西藏高原に広がっている。これは空気質量の減少によって大気透過率が著しく高くなるためである。一方、四川盆地の峨眉山の近く

図2 年間全日射量(kcal/cm²)の分布
(地図出版編集部, 1983)

には約 80 kcal/cm² という極度に低い値があり、それを中心にして黄河と西江との間には広い低値域が形成されている。これは初夏における降雨帯の形成・活動・停滞ならびに盆地条件による局地的な雲海形成に関係していると思われる。

最大と最小との差は3倍強に達し、その最高値は世界一の強日射地帯—サハラ砂漠に匹敵している。我が国の最大と最小は 120 と 80~90 kcal/cm² であるので、中国における全日射量の分布の差は我が国のそれより著

しく大きいことがわかる。特に、標高 4~5000 m の西藏高原域では高い大気透過率が予想されるので、その量もさることながら、波長組成—紫外域放射量や青色光域放射量の富化が予想される。これは生産物のタン白質・アミノ酸含有量に大きな影響を及ぼしているものと思われる。

日照時間・雲量などによる全日射量の推定は各省の気象局においてもなされており、いくつかの省ではそのような分布図が発表されている(黒竜江省気象科学研究所, 1973 など)。

ii) 純放射量

地表近くの気象現象とくに蒸発散の熱源として重要な純放射量についても、ソ連の中央地物観象台 (GGO) の方式による評価がなされている。その一例が図3に示されている。夏の6月には南北で余り差がなく、雨期にまだ入らない華北地方で 15 kcal/cm² と最大がみられる。

雨期に入っていると予想される華南とくに南嶺山脈の南側では 10 kcal/cm² 以下となっている。冬季になると日長の差を反映して、北と南では2倍以上の開きがあり、東北地方北部では 3 kcal/cm² 以下になっている。年間量は東北地方の 30 kcal/cm² から華南沿岸地帯の 70~80 kcal/cm² まで増加している。このような差および降水量(図6参照)の分布を反映して、華北以北の地では乾燥気候が、長江以南では湿潤気候が一般に卓越するようになる。

図3 中国東部域における純放射量(kcal/cm²)の分布(Ин Цзунчжао, 1959)

iii) 年平均気温と ΣT_{10}

図4に年平均気温の分布が示されている。最高値は南海の南沙群島で観測され26.4℃に達する。最低値はタングラ山脈近くの五道梁での-5.8℃である。華北から西へ10℃の等温線が走り、西部山岳地帯の裾をめぐって再び東へと帰ってくる。長江に沿って16℃の線が西へ伸び、四川盆地の周辺山裾をめぐって雲貴高原の東麓に達している。多くの亜熱帯・熱帯作物の栽培北限に近い20℃の線は、24°Nの線に沿って華南を横切っている。0℃の等値線は東北地方の中央部を横切っており、上に記した三江平原地帯は2~4℃の年平均気温域で、我が国では北海道東部域に相当する。

農業生産の展開を左右する温度資源の評価には、日平

図4 年平均気温(℃)の分布(地図出版社編集部, 1983)

図5 ΣT_{10} (℃日)の分布(Gol'tsberg, 1972)

均気温 10℃以上期間の日平均気温の積算値がソ連を主とする農業気候研究のなかで利用されている。これは有効積算気温の一種で、 ΣT_{10} の記号でよく表わされる。そして、各作物の栽培のためには表1のような ΣT_{10} が必要といわれている。

安定した農業を展開するには、表値の1~2割増の温度資源が必要といわれている。表からムギ類の栽培には約1000℃日以上の ΣT_{10} が、水稻作には2500℃日以上、亜熱帯・熱帯作物の栽培には6000℃日以上の温度資源が必要と報告されている。 $\Sigma T_{10} > 5000$ ℃日の地域では稲の2期作が可能である。

Gol'tsberg (1972)の編集した世界農業気候資源図から引用した中国における ΣT_{10} の分布が図5に示されている。一部の地域を除いて、広大な中国は1000℃日以上温度資源を有し、温度的にはほとんどの地域で作物栽培が可能である。また、2500℃日以上地域も相当に広く、水資源の確保があればかなりの地域で稲の栽培ができる。特に、長江以南の地域は5000℃日以上の ΣT_{10} で水稻の2期作が広く行われている。華南一帯には6000~8500℃日の温度資源が分布しており、茶・ゴム・パパイアなどの亜熱帯・熱帯作物の栽培も行われている。しかしながら、気候の不安定性は意外に大きく、北の方では冷害が南の方では寒潮による作物被害が広く発生している。また、華中・華南を中心とする台風襲来は年間5回強を数え、中国は国別台風(熱帯低気圧)襲来頻度では世界でトップで、我が国の2倍に達している。

iv) 降水量

中国農業の豊凶を決定する最も重要な気候要素は降水量である。“黄河を治める者は天下を治める”という有名な言葉にあるように水は中国政権の死活問題であった。また、多くの人民にとっては飢えを招来する危険因子で、古くから洪水と旱魃にさいなまれてきている。例えば、1876~'79年にかけて中国北部では3年間降水がなく、900~1300万人が餓死したと記録されている。日本の常識では判断できないような大規模災害をもたらす降水量は中国でどのように分布しているだろうか。

図6に年降水量(年間値)の分布が示されている。図にみられるように東経100度以西のいわゆる西域には年間降水量100mm以下の砂漠地帯が広がっている。これは周辺を4~5000m級の山脈に囲まれていて降水の原因である海洋

表1 作物の要求する最低 $\sum T_{10}$ ℃日 (Kulik and Sinelshchekova, 1966)

作物	最低 $\sum T_{10}$	作物	最低 $\sum T_{10}$
20日大根, サラダ菜, ほうれん草, カブラ, 飼料用カブ, キャベツ(早), ばれいしょ(早) 〔トンネル被覆などの特殊技術適用〕	400	稲(早), ひまわり(晩), インゲン(晩)	2300
大麦(早), 冬小麦(早)〔特別に暖い土地〕	500	種実用とうもろこし(中)	2500
エンドウ(早), 亜麻(早)	700	種実用とうもろこし(中, 晩)	2700
えん麦(早), 大麦(中)	900	種実用とうもろこし(晩)	2900
	1100	大豆(晩), 落花生(早), ソルゴー(晩)	3100
大麦(晩), 春小麦(早), 冬小麦(早)	1300	棉(早), 稲(晩), ぶどう(晩)	3300
きび(早), 冬小麦(晩), えん麦(晩)	1500	棉(中), 稲(晩), ぶどう(晩)	3700
春小麦(晩), ひまわり(早), てんさい(早)	1700	オリーブ, オレンジ	4100
きび(晩), インゲン(早), 種実用とうもろこし (早)	1900	棉(晩), ジュート	4500
大豆(早), ぶどう(早)	2100		

(注) 早：早生品種，中：中生品種，晩：晩生品種を示す。

図6 年間降水量(mm)の分布
(地図出版社編集部, 1983)

性気団の流入が極度に抑制されるためである。安定な畑作農業の展開には年間降水量 500 mm 以上が必要といわれている。500 mm の等値線は黒竜江省の中部から西藏のラサ付近にかけて、ほぼ北東から南西へかけて走っている。これより西の山岳・高原地域は少雨地帯で、東の平野・丘陵地域は 500 mm 以上の多雨地域である。1000 mm の等値線は長江河口付近から西へ走り、四川盆地の西部で直角に曲って南下している。華南の南嶺山脈の南側には 1500～2000 mm の多雨地域が分布している。これは南～南東からの高温・多湿風の吹込みに関係している。

しかし、降水量は変動の大きい要素で、大きな気候の変化・変動を背景にして年々変動している。そのため、

図7 多雨年(1954)と少雨年(1978)における
年間雨量(mm)分布の比較 (中国中央気
象局, 1981)

上で説明したように大洪水・大旱魃の発生が多く、農業生産に大きな被害をもたらしている。これらの研究が多く、多くの記録を用いて展開されており、その内容の豊かさは世界 1 級品である(中国中央気象局, 1981)。近年 500 年乾湿分布図集から引用した最近の多雨年(1954)と少雨年(1978)の雨量分布が図 7 に示されている。三上(1986)は、この分布図を解析して多雨年と少雨年の違いは 800 mm 域以上に、とくに 1600 mm 以上の多雨域の

南北移動に大きく関係していると指摘している。この南北移動は東アジアの気流系および大気大循環に密接にむすびついていると結論している。この指摘は我が国の旱魃・洪水気候の研究に、中国中央気象局刊の“500 年乾湿分布図集”の有益なことを示唆している。

d. 気候区分

一般に各地域の気候条件を区分するには温度資源と水分資源の豊かさを評価できる指標が用いられる。中国で

表 2 中国の気候区分(地図出版社編集部, 1983)

気候乾燥度 CDI			干 旱	半干旱	半湿润	湿 潤
			≥3.50	1.50~3.49	1.00~1.49	<1.00
			D	C	B	A
気 候 帯	北 温 帯	①				① A
	中 温 帯	②	② D	② C	② B	② A
	南 温 帯	③	③ D	③ C	③ B	③ A
亜熱帯	北亜熱帯	④				④ A
	中亚熱帯	⑤			⑤ B	⑤ A
	南亜熱帯	⑥				⑥ A
熱 帯	北 熱 帯	⑦		⑦ C	⑦ B	⑦ A
	中 熱 帯	⑧				⑧ A
	南 熱 帯	⑨				⑨ A
高原気候区域			⑩ D	⑩ C	⑩ B	⑩ A

図 8 中国における主要気候区の分布(地図出版社編集部, 1983)

最近発表された気候区分には次の 2 指標が用いられている：

$$\sum T_{10}, \quad \text{CDI} = \sum E_0 / \sum r$$

ここで $\sum r$ は年間降水量 (mm), $\sum E_0$ は年間蒸発能 (mm), CDI は気候乾燥度で、これを用いると水分資源状態は次のように評価できる：

CDI < 1.00 : 湿潤気候 (水分供給は十分)

1.0 < CDI < 1.49 : 半湿潤気候 (水分はやや不足),

1.5 < CDI < 3.49 : 半乾燥気候 (水分はかなり不足)

3.5 > CDI : 乾燥気候 (水分は著しく不足)

これらの指標を組合せると、中国の気候条件は表 2 のように区分される。まず、温度資源の豊かさで 9 気候帯と 1 高原気候帯に分け、このなかを気候乾燥度によって 4

気候区にわけている。それゆえ理論的には 40 に分割されるが、実際には 22 気候区が中国内で見られる。この気候区分方式は (Grigorév・Budyko, 1959) の発表した方式にかなり類似している。

表 2 に示されている各気候区の地理的分布が図 8 に示されている。湿潤気候区 (A) は東北地方の東国境地域から山東半島を経て華中・華南一帯に広がり、一部は西藏高原の東縁域にも及んでいる。半湿潤気候区 (B) は華北平原から東北の平原にかけて細くのびており、この気候区の西側には C と D の乾燥気候区が広がり、西へ移動するに伴って乾燥度が増している。そして、東経 95 度以西には CDI > 3.5 以上の乾燥気候帯が広く分布している。

(以下次号に続く)