

中国の地下水灌漑円形農場と産地の北方移動

—察汗淖はなぜ消滅したのか?—

高橋五郎¹

要旨

内モンゴル烏蘭察布市に、察汗淖（チャハンナオ：察汗沼）という湖があった。淖は日本語では「沼」の意味もあるので、日本語で表現すると「察汗沼」というべきかもしれない。

あるはずのその湖が、消えてしまったのである。消えたことは、中国のほとんどの人に知られていない。察汗淖自体は、中国では湖面積が相対的に小さく、地理的な意味から言っても、研究者やマスコミから注意を払われることの少ない湖である。消えたことを、筆者と共同で現地調査した朝日新聞 [1] が大きく報道でもしなければ、いつまでもこの湖の悲惨な現状が表に出ることはなかったであろう。

この報道は、中国のマスコミの知るところとなり、筆者が政府系の新聞の取材を受けたこともあるし、中国の草原狼環境公社が、ネットで「天災か人災か」といった記事を発信した例もある（2018年7月7日）。

本稿は、察汗淖の消えた様子を概説し、その主因を内モンゴル、甘粛、寧夏を中心とする「北方三日月農業限界地」が通常の農業産地化していく過程もしくはその前提として設置された多数の地下水灌漑円形農場の過揚水（乾燥の激化による降水量の減少も無視できない）にあるとし、その実証を試みたものである。そしてその背景にある現象が、ダイナミックに進みつつある産地の北方移動である。

キーワード：察汗淖、地下水灌漑円形農場、過揚水、土地生産性、栽培面積、
産地北方移動

I. 消えた湖

1. 調査地

筆者は8月、9月、11月の計3度、2017年に、後述する地下水灌漑円形農場の現場を調べるため、内モンゴルの烏蘭察布市商都県、

同興和県、河北省張家口市尚義県を訪れた(図1)。この3地域は1自治区、1省に跨っている。その主な目的は、当該農場の地域別特徴や経営状況を見るためではなく、上掲の3県一帯を限なく当該農場を探し出し、まずは、その全体的な現状を調べることにあった。



図1 調査地

3 度目に現地を訪れた際、地下水灌漑円形農場が密集している地点から北の方角、目算で数キロメートル先、標高差にして 100～200 メートル低い地点に位置し、中国製地図にも google earth にも掲載されている察汗淖の水量を観ようと四輪駆動車を走らせた。舗装された河北省道 344 号線が内モンゴル自治区道 344 号線に変わる手前から、その湖の水辺を目指して、道ともいえぬ狭くデコボコの地面に乗り移り、目指す方角を走った。やがてその悪路も視界から消え、行く手をさえぎるものは一切ない、ただ灰色がかった平な土の上を走り続けた。

心なしか、地面に車のタイヤが沈むが、湖の方角に向かって、まっすぐ走り続けた。そこには行けども行けども、湖らしきものは全く見当たらない。あるはずの湖に向かって走り始める前には、小高いところを走る 344 号線に立って、くっきりと白と水色の湖の方角と位置を確認したはずで、我々はすでにそこに到達していてもよい場所にあった。

それからやや走ってから、我々はすでに目指す湖に着いているのではない、という疑いが脳裏をよぎった。そうこうしているうちに、高い木製らしきやぐら式の展望台が目に入った。今度は、そのやぐらを目指してしばらく車を走らせ、そこに着いた。勇んで急な

階段を上って展望台に立って四方を眺めると、なんと、実は、すでに我々は目指す湖の中にいたのであった [1] [2] 。

そのやぐらは、本来は湖畔から水面に向かって、水辺を長い渡り廊下を歩いてくるべきところだった。上から見渡すと、かすかに水たまりのある場所もあったが、はるか遠方を見渡しても、水らしきものは見えない。そこで、また車を湖の中心であるべき方角に向かい車を走らせたが、浅い轍 (写真 1) を後ろに作りながら、車はまっすぐに走った。しかし、水はまったくなく、かつては水中に生えていただろう枯れて原型をとどめなくなった水草の束がそこかしこに見えるだけだった (写真 2) 。



写真1 干上がった湖の中の轍 (写真 高橋、以下同)



写真2 湖の中を走る我々の車(同)

現地に持参した GPS 付走行記録器を見ると、湖のかなり中にまで入っていたことを示した (資料 1,2) 。写真の水色の部分が湖であ

り, 青い線は我々が車で走行した軌跡である。湖に向かって, 写真上は湖の西方から進入, 写真下はそこからは対岸に当たる東方から進入したことを示す。

どちらの場合も、湖に進入していたとは気づかなかった。結果的に、湖の約1キロメートル沖合まで進入していたようだ。向う岸は見えるが、途中で水は確認できなかった。干上がった土には灰色の粉のような砂が混じるが、舌で試した結果、それは塩分が堆積して固まったものだった。しかし、資料2の示す位置に立って、ドローンを使って高度100メートルからはるか沖合を眺望しても、雨後の水たまり程度を除き、ここが湖だといえる水量は確認できなかった。（ドローンによる動画a）。



資料1 察汗淖内走行軌跡（西からの走行）



資料2 同（東からの走行）

満水時のこの湖の面積は、中国の資料によれば35平方キロメートル、諏訪湖の約3倍の広さとされる。もともとの湖は湿地帯にあり、湖面が広がる環境の下で多くの種類の水鳥や小動物、さまざまな魚介類が生息、周辺は緑豊かな草原が生い茂っていたとされている。まだ水を湛えていた頃の様子を示す湖の入り口に掲げてある看板がそれを物語る。以前は、湖が水で満たされ、葦類や水草が生い茂る美しい景観をみせていたようだ（資料3）。





資料3 干上がる前の察汗淖を示す看板
(上2図)

2. 察汗淖が消えた時期

では、察汗淖の水量が減り始めた時期はいつ頃なのだろうか？遅くとも、2015年5月までは豊かな水面と緑豊かな水草の中に、水鳥が遊ぶ光景が広がっていたことが「張家口新聞網」によって確認できる（資料4）。



資料4 2015年5月の察汗淖



写真3 枯れた現在の湖底の水草群

張家口新聞網によるこのニュースの発信期日は2015年5月、この地方では年間の降水量が最も多い季節に当たることも幸いし、豊かな水量と緑を観ることができたと想像できる。我々が訪れたのは11月初旬であり、この地方の季節は乾季、降水量が最も少ない時期に当たる。2017年も、5月頃までは2015年と同様の光景が広がり、その後、乾季になってから、急速に湖が干上がったとも考えられなくもない。しかしその場合、消すことができない疑問がわく。

それは、もし湖が干上がる期間が秋から冬の数か月間であり、夏季の雨期になると水が満たされる季節的循環性があるのだとすれば、多種類の鳥類が毎年渡ってくることは不可能ではないか、という点である。なぜならば、湖が干上がった状態が数か月間続けば、そこに生息する鳥類の餌となる魚介類、昆虫、甲虫類、さらには植物もまた生息は困難になるのではないか。

水が溜まる時期まで、息を殺すようにあるいは冬眠のようにして土中深く、これらの生き物が生息してはいまいか、と方々を掘り下げてはみたものの、地下数十センチの土壌は多少の水分を含んではいたが、いかなる生物も植物の茎も根も、それらの痕跡すらも見つけることはできなかった。

鳥類が棲み、あるいは渡ってくる理由は、気候条件が適し、十分な餌があることである。しかし、その可能性を確認することはできなかったのである。すでに、そこは地上も地下も、死の原野といってよい状態になってしまったのではないか。

また、湖の周辺の異なる場所に住む数人の農民に道端でこの点を聞いたところ、回答は次のようであった。湖が干上がったことを肯定しても、季節的なものだとか、水量が減っていること自体を否定する農民はいなかった。

農民 A (50 代の男性) : この湖の水量が減り出したのは、数年前からだ。

農民 B (同) : あまり意識していなかったが、10 年くらい前からではないか。

農民 (60 代の男性) C : 5 年くらい前からだと思う。

農民 D (70 代の男性) : 減っていることは心配していたが、これほどの状態になるとは思わなかった。
(聞き取り : 2017 年 11 月初旬)

張家口新聞網の記事が示すように、2015 年 5 月には、まだ原状もしくはそれに近い状態だったが、これに 4 人の農民の証言を加えて判断すると、察汗淖が干上がり始めたのはここ数年 (2~3 年) のことではないかと推察される。

しかし、この期間に一気に干上がったとは考えにくく、おそらく長い年月をかけて次第に水量が減り、最近になるに従って、減少のスピードが上がったというのが実態ではないかと思われる。干上がった湖に浮き出た塩分、枯れた水草の劣化状態などを考慮すると、このような推察と実態に大きな隔たりはないものと思う。

II. 察汗淖が消えた理由

1. 地下水灌漑円形農場の登場

では、察汗淖を干上がらせた理由はなにか？その主な理由を筆者はこの湖の周辺、特にこの湖から、方角にして南方地帯に広く密集する、地下水灌漑円形農場群による、地下水の汲み過ぎにあるのではないかと推察する。

日本ではこの装置に関する社会科学・自然科学両面からの先行研究は存在しないが、中国では、現地で中心支軸式噴灌機と呼ぶ装置を使った灌漑農業が 1990 年代末頃から普及し出したことなどについて、比較的好意的研究が散見される。しかし、いつから導入されたかを示す統一的な見解や資料はない。

2017 年における 3 度の現地調査や資料調査等を踏まえると、筆者は 1990 年代末から 2000 年代初頭ではないかと思う。最も大きな理由は、現地で聞いた普及開始時期と文献資料[3]から、中心支軸式噴灌機やこれに類する装置が散見されるようになる時期がおおむね、その頃に重なるからである。

この装置、初発国アメリカが Center Pivot と呼び、日本ではセンターピボットと呼ぶ。本稿では、地下水を散布するための機能と形状を表す呼び方として最もふさわしい表現と思われることから、地下水灌漑円形農業と呼ぶこととしたい。一言でいえば、地下水を使った自走式回転スプリンクラーである。河川灌漑やため池灌漑が発達しており、降水量も比較的恵まれている日本や東南アジアでは使われていない。アメリカでは、1950 年代から、主に中部アメリカのグレート・プレーンと呼ばれる一帯で使われ出した。

降水量が限られた平坦な地帯で、地下水を使う円形の灌漑農場を作り、根菜類から葉物や穀物まで、多様な畑作物を栽培するために考案されたものである。現在は中東、南米にも広がっている。

中国では 1990 年代末から 2000 年頃から内モンゴル、寧夏、甘肅などで普及が始まり、その後、河北、遼寧、新疆にも見られるようになった。

実際の地下水灌漑円形農場を筆者がはじめて目にしたのは、2008 年、寧夏銀川市北部、瓦礫状の砂漠が見える原野においてであった。この時、電力モーターが地下水を大量に汲み

上げ、半径が数 100 メートルもある鉄橋のような形をし、鉄骨からぶら下がる無数のスプリングラーが滝のように散水しながら農地をゆっくりと回転する様子を見て驚いた。

驚いた理由はそれだけでなく、黄河が近くを蛇行しながら流れるとはいえ、黄河からわずかに離れた黄土高原は乾燥気候の地帯にあり、農産物を安定した状態で作るには表面水も地下水の量も十分ではないところに、地下水を大量に使うこのような装置を設けたことに驚いたのである。

地元関係者の説明では、2 基あるこの装置はアメリカから導入したもので、この 2 基を使って栽培されているのは、マメ科植物（大豆ではない）であった。現地では、これで、水不足問題は、解決されたという認識であった。

その後約 10 年を経た後、異様な形をしたこの装置の様子を探すつもりで google earth を見ると、上述したように、中国の北方の広い範囲に多数分布していることが分かった。この情報をもとに、最もこの農場の集積程度が高い内モンゴルの 3 地域を車で走り回った。航空写真では見える農場を、平地で探すことは容易ではなかった。

2. 地下水灌溉円形農場の構造

地下水灌溉円形農場は、地下水を汲み上げて、地上で栽培する植物に散水する装置を備えた農場のことである。散水装置の端に付けたポンプから枝状に伸びた長い鉄橋状の骨組みからノズルをぶら下げ、散水しながら 16～24 時間をかけて一回転するので農場が円形になることから付けた名称である。

これを使って、現地で栽培されている農産物は、実際に確認できたものを挙げただけでもトウモロコシ、小麦、じゃが芋、砂糖大根、食油用ひまわり、カボチャ、白菜、名称不明の茎野菜である。全炳伟 et al. [4] はこのほか、薬草、桑苗、大根を、周荣 [5] は綿花、水稻がある可能性を挙げている。

形状や構造は図 2 のようなものである。散水中の実物（写真 4）をみると分かるように、巨大な回転式散水装置である。散水と回転動力は電力であり、装置の脇に設置された電力を引き込みした小屋に、一定の時間的間隔ごとに装置が散水と回転をするよう仕組んだ動力調製基盤がある。一般的な動力源は電線からの引き込みであるが、李仰斌 et al. [6] によれば、最近はこれに代わり、太陽光パネルを③の部分に取り付けるものも生まれ、特許を取って、実用化されているものもあるという。灌溉技術の観点からみると、周荣 [5] は管道噴水技術とは別の、ユニット型灌溉技術に分類している。

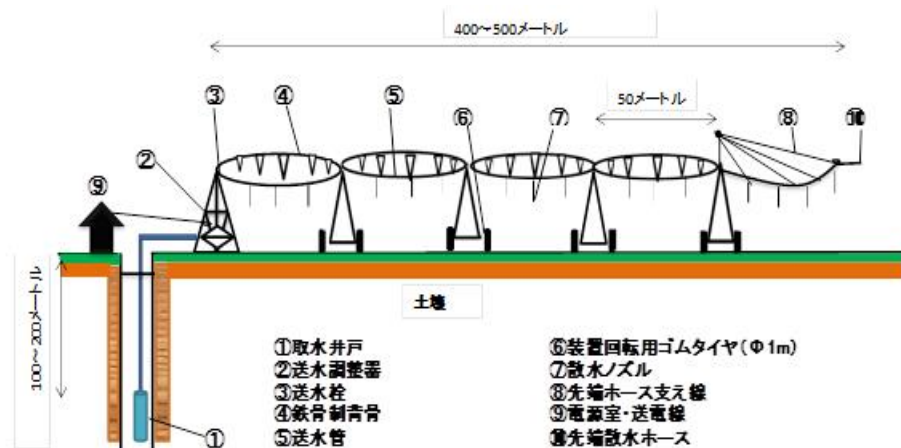


図2 地下水灌溉装置の各部名称



写真4 地下水灌漑円形農場と散水中の装置

地下水の汲み上げポンプのパイプを恐竜の背骨の形をした骨組みを支えに、長さ1メートルほどのホースの先端に取り付けられた散水ノズルを1～2メートル間隔でぶら下げ、1組の長さが50メートルほどの鉄骨製の骨組みが8～10組が連結するようになっている。回転する際は、直径1メートルほどの大型トラックが付けるゴムタイヤが外円に沿って動く。骨組みの総延長は400～500メートル、回転すると、この長さが半径になるので、円形農場の直径は800～1,000メートル、1基当たりの面積は50ヘクタールから78ヘクタールになる。

どんな形状なのかというと、上空から見ると資料5のように、文字どおり、一つひとつが円形をしている。写真中に見える半径を示すような直線が、地下水灌漑装置である。地下水灌漑円形農場は、通常、農作業や収穫後の輸送の効率性を重視し、地域ごとに密集していることが多い。円形であることから、円から外れる農地は一般の露地栽培用地として利用されることが多いが、どの地域でもそうとは限らない。



資料5 上空から見た地下水灌漑円形農場 (google)

3. 地下水灌漑円形農場の利用方法

ある地域に密集する場合、地下水灌漑円形農場がどのように配列されるかという点は、当該地域における土地利用の効率性を量るうえで重要である。周榮 [5] は土地利用率が70パーセント程度だとしているが、この見積もりはやや過少である。

この点について王永輝 et al. [7] は図3,4で示す2つの方式から、三角式配列の優位性を指摘する。中国一般の配列は図3の正方形配列であり、王らは、この問題を指摘したのである。当文献では、なぜ中国では土地利用上効率性の高い三角式配列が少ないかという問題については検討されていないが、筆者は、土地使用権の流動化に関わる大面積の土地集約上の制約が働いているのではないかと思う。

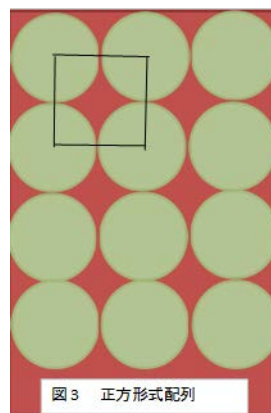


図3 正方形配列

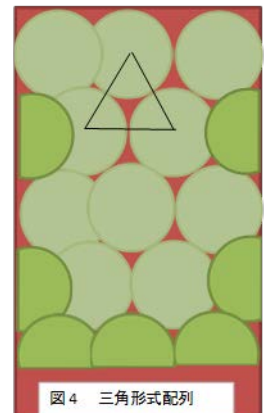


図4 三角形式配列

図3.4 地下水灌漑円形農場の配列方法

地下水灌漑円形農場は地下水を大量に使う。その量は農場の直径と散水時間数によるが、半径 400 メートル、16 時間で 1 回転とすると、約 3,000 トン使うという²。現地で観た印象からも、非常に大量の地下水を使っている。灌漑装置は休みなしに運転するわけではなく、天気や栽培農産物の生育状況、土壌の乾き具合等を考慮して運転するが、農場を巡回中の農民（自作農民や作業委託農民など）に聞くと、農場を毎日見回りながら判断するのだそうだ。

円形農場は、地下 150~200 メートルに掘った 2~3 本の井戸から揚水する(図 5)。一か所からではなく、農場の地下数か所にポンプを置き、広範囲に地下水を吸い上げるのだという。一般に地下水脈は複数あり、できるだけ一つに偏らないようにする工夫といえるが、一か所から取水することから生じる地下水量の減少によるリスクを分散させるためだという。

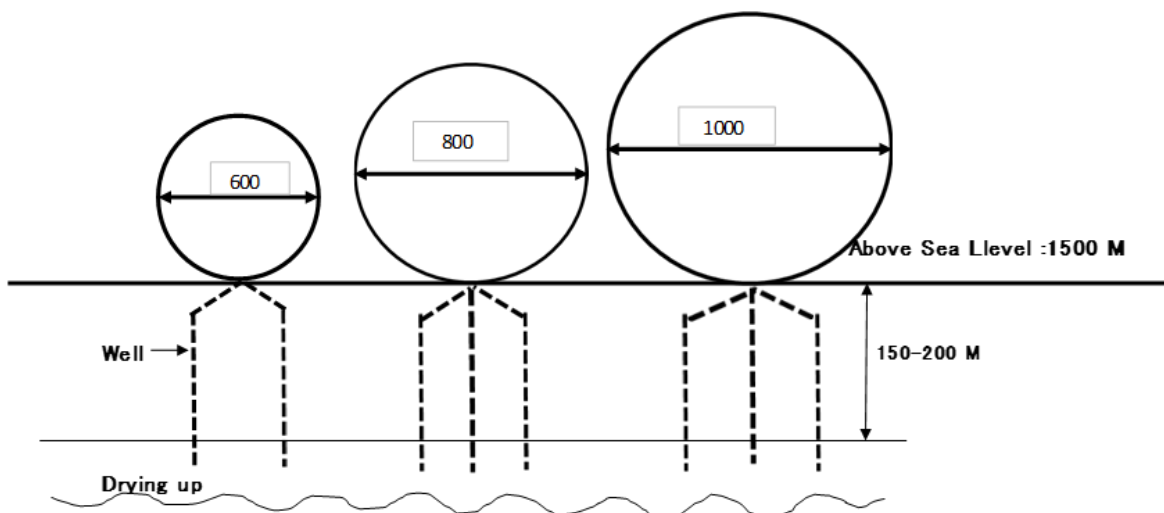


図5 地下水灌漑円形農場の仕組み

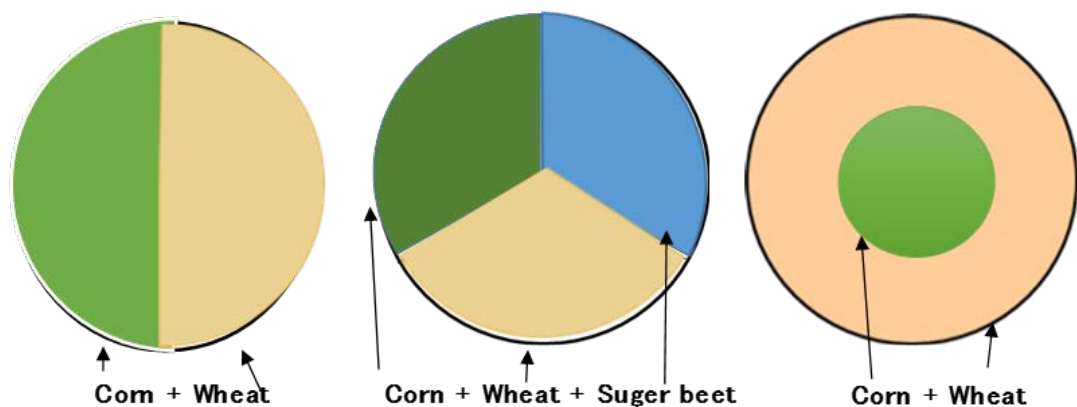


図6 地下水灌漑円形農場の作付けパターン

図6は、地下水灌漑円形農場を使った農産物の作付けパターンの例である。基本形は円全体に同一の農産物を作付けするものであるが、これ以外に、おおむね3つのパターンがあることを現地調査では確認した。

そのパターンとは、まず円を2分し、左面に例えばトウモロコシ、右面に小麦を作付けするなど2種類の農産物を作付けるもの、次に円を3等分し、それぞれに、例えばトウモロコシ、小麦、砂糖大根を作付けするもの、最後に、円を2重に分け、例えば内円にトウモロコシ、外円に小麦を作付けするものである。

これらのいずれを選ぶかは、経営主体の判断によるが、複数の農産物を作付けする最大の理由は、連作障害を避けること、各農産物の出荷価格の優位性の分散などが基準であるという。この2つは、円形地下水灌漑農場の優位性である。言うまでもないことだが、作付けパターンがどうあれ、このように複数の農産物を作付けする場合、播種と収穫適期そして灌漑時期や散水量に大きな差がないことが必須の条件となる。

4. 地下水灌漑円形農場の分布状況

地下水灌漑円形農場は、西は甘粛省張掖市に迫るゴビ砂漠の南端ヘリ（北緯44度東経86度付近）から吉林省に近い内モンゴルの東端（北緯37度東経121度付近）まで、東西約3,000キロメートルの範囲に分布する。中国における地下水灌漑円形農場の分布は降水量が300～400ミリメートル程度、温帯大陸性気候帯に広がる（図7）。

その数は、筆者がgoogle earth上を仔細に調べた結果、2018年11月時点で約5,000に及んでいる。しかし5,000を全部合わせても、地下水灌漑円形農場の総面積は38～40万ヘクタールに過ぎないから、中国全土の農地面積の1パーセントにも満たない。だから無視

してよいかとなると、けっしてそういうわけにもいかず、中国の温帯大陸性気候帯における農業や牧畜のあり方を考えるためにも注目したい。

李仰斌 et al. [6]によれば、円形地下水灌漑農場の数は筆者の見立てより広く、黒竜江、吉林、新疆、河北、山東、北京、安徽ほかにも立地しているという。筆者も少数ながら河北にあることは認識しているが、これほど多くの地域に分布しているとは思わなかった。

仮にそうだとしても、中国政府統計によれば、内モンゴル、甘粛、寧夏の灌漑耕地面積の合計は496万ヘクタール、うち地下水灌漑円形農場の占める割合は6～8パーセントであるから、けっして無視できる少数ではかろう。また面積の大小といった量的な基準によるだけでなく、地域に賦存する農業資源の使い方、農産物の多品目化の実態、農業環境の視点からの考察も可能である。



図7 地下水灌漑円形農場の分布

5. 円形地下水灌漑農場の立地条件

地下水灌漑円形農場がこの地帯に集中する理由は、その立地条件を見ることから明らかになる。既述した部分もあるが、まとめていうと気温、降水量、土地の形状、地下水、労働力、農産物の適不適などである。

まず、気温は既述したように、北緯40度付近、温帯大陸性気候帯にあることである。気温が高過ぎても低過ぎても土壌の硬軟（乾燥・湿潤）、散水中および散水後の蒸発、栽培適

正農産物などから適否がある。降水量は 300～400 ミリメートルの地帯、すなわち乾燥地帯に集中する。土地の形状も重要な立地条件となる。というのは、直径 1,000 メートルもこの装置が速度、散水効果両面で均等となるためには、土地が平坦であることが必要である。農場の地下に豊富な地下水が賦存することは、不可欠な条件であることはいうまでもない。しかし労働力が多いことは、決して重要な条件ではない。むしろ若年農動力がほとんどない地域における労働節約的あるいはその補完が、円形地下水灌漑農場の役割でもある。

最後に、農産物の適否である。敏感な栽培技術を必要とする花き類を除けば、円形地下水灌漑農場に適さない畑作物はないと考えられている。ただし、現状は、農産物の適不適の観点から行った先行研究は管見の限り存在しない。

Ⅲ. 地下水灌漑円形農場の欠点

地下水灌漑円形農場のいくつかの欠点こそは、消えた湖、察汗淖の水を奪った最大の理由だと筆者は考える。まず、何が欠点なのかを述べよう。

1. 地下水灌漑円形農場の過集積

地下水灌漑円形農場の数は、先に中国の 3 自治区・省に約 5,000 あると述べたが、一定地域に密集していることが多い点の特徴の一つである。資料 6 (google) はその状況の一端を示すものであるが、ここは内モンゴル烏蘭察布市商都県、同興和県、河北省張家口市尚義県が交錯する地点であり、資料 6 の右上端に舌のような形をしているのが察汗淖である。

その下方（方角は南西）に広がる、黒い丸で示したものが地下水灌漑円形農場群である。この地点だけで約 160 の農場がある。これら

の地下水灌漑円形農場群と察汗淖の平面的な位置関係は、これら農場群が湖の南西にあり、同図には隠れているが、一部は湖を取り囲むように西方と北方にも、いくつかの農場群が広がる。



資料 6 密集する地下水灌漑円形農場（内モンゴル）

次に地下水灌漑円形農場と察汗淖の標高差についてであるが、地下水灌漑円形農場群は標高 1,400～1500 メートルのところに密集、それに対して、図 8 に示したように、湖は地下水灌漑円形農場よりも 150～200 メートル低いところにある。水脈は複数の農場所有者によると、井戸の深さと同じ地下 150～200 メートルにあるという。水脈の地下深度は井戸と湖の底と平行もしくは湖の底よりも深い線で平行するはずなので、地下水脈は湖の底かその下方を流れていることが想像できる。

湖が干上がった大きな理由の一つを、筆者はこの水脈からの過揚水と考える。既述のように、一つの農場が散水する量は非常に多く、それが密集した全体の使用水量は莫大な量に上る。地下水灌漑円形農場が増え始めた 2000 年頃からの 10 数年で、この水脈を流れる地下水は減ったか枯渇したのではないか。汲み上げた地下水は同時に散布されるのだから、地下に浸透していくはずなので地下水は枯渇しないのではないかと疑問があるかもしれない。しかし実態は散水した水や地下水自体が常に蒸発するので、散水した後の水の大部分は地上と地下の循環が遮断されるという。

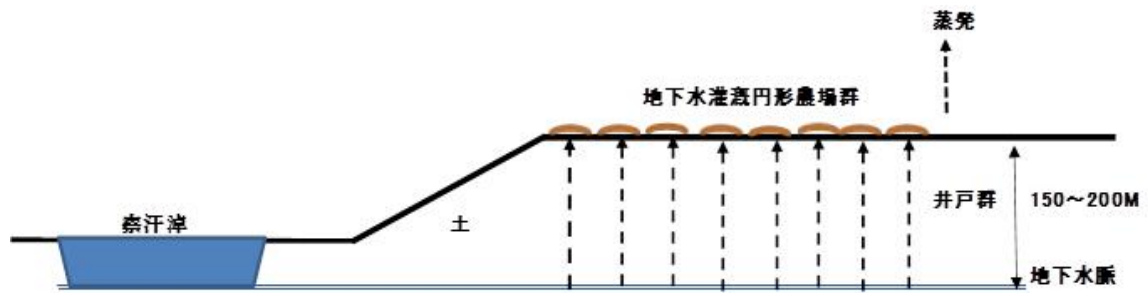


図8 地下水灌溉円形農場群と湖の高度差

この点は多くの先行研究が指摘している。地下水灌溉円形農場からの蒸発は噴水広角度、散水ノズルから土地面までの長さ、風の向きと強さ、気温、降水量、土壌の質などによって規定され、例えば R.K. Mclean et al. [8] は散水した水量の平均 11~12 パーセントが蒸発するとしている³。王俊 et al [9] は散水を送るパイプからノズルまでの間に派生する漏水を問題視している。



出所:[10]

Jean L. Steiner [10] は、気温とノズルからの噴射水の蒸発の関係を調べた。彼女の採取したデータをグラフに表すと図9のようになり、気温が上がると蒸発率も上がることを実証した。同図の青線は気温、赤い折れ線は蒸発率であり、2つのデータには明瞭な相関性を認めることができる。ただし、気温と蒸発率は機械的に対応しているとはいえないが、この点について同論文は風の強さや向きの影響があると指摘している。地下水灌溉円形農場に

ついては、中国では節水型灌溉装置だとする見方もあるが、実態はその対極にあるといえそうである。

概算の域を出ないが、察汗淖周辺、とくにその南西にあつて、標高の高い地帯に密集する地下水灌溉円形農場は約 160 あるが、ここでは農場面積が半径 500 メートル、基数を 150 とすると、10 年間の揚水量は 6,750 万トン⁴と見込むことができる。年間降水量が 300~400 ミリメートル (平均 350 ミリメートル)、1 農場当たり面積 78.5 ヘクタール (半径 500 メートル)、農場数を合計 150 基とすると、年間の降水量合計は約 5,299 万トン⁵となる。

最近の研究では、安莉娟 [11] のように、この 40 年間で乾燥が進み、降水量が減少しているとする見解もある。この点では、今のような降水量の試算を下回る可能性も否定できない。その背景の一つに、賽那 [12]、康峪梅 [13]、杜富林 et al. [14]、白美兰 et al. [15]、张超 et al. [16] が指摘するような、人口増加にともなう開墾と過放牧の増加が草原の砂漠化を招いたと指摘する研究もみられる。

以上の結果、察汗淖周辺、特に南西方面における地下水灌溉円形農場群における水収支は 1,451 万トンのマイナスとなる。長い年月をかけて貯まった地下の貯水を汲み上げ、枯渇に向かって歩んできたといえよう。察汗淖の堆積は約 52,400 m³⁶すなわち満水時の水量は、5.24 万トンである。この地域の水収支の

マイナス水量は察汗淖水量の 277 杯分に当たる巨大な量であり、地下水灌漑円形農場は、図 8 のように、いよいよ察汗淖の水まで吸い上げたものと想像できる。

2. 設置年数と過揚水

地下水灌漑円形農場の設置経過年数が長いほど、地下水の水位が低下していることは想像に難くない。農業灌漑水を地下水に依存している農村では、筆者は内モンゴルに限らず、各地の農民の証言を得ている。例えば、陝西省では季節に関係なく、以前の 10 メートル程度が 200～300 メートルになっているし、同様の証言は山東省、山西省、吉林省、河北省などでも得たことがある。水を使うために井戸を掘る点に関しては地下水灌漑円形農場であろうとなかろうとその原理は同じなので、これらの証言は、井戸に頼ると地下水位が低下し続けることを示すものといえる。

地下水灌漑円形農場の場合、水量の使用量、蒸発率の問題などから、水多消費型の灌漑装置といえそうなので、その設置数や経過年数が地下水位の状態に大きな影響を与えると考えられる。この問題についての先行研究はないが、筆者は地下水灌漑円形農場の分布が密集していること、設置が始まった時期が 1990 年代末から 2000 年頃とすると、1,400～1,500 メートルという当地の標高の高さとあいまって、地下水の枯渇と塩水化が急速に進んだものと推察する。

その裏付けとなるのは、使用不能となった地下水灌漑円形農場が当地一帯に散見されることである。筆者が調べたかぎり、20～30% は、設置された後のいつの時点からか、使用されないまま放置されている事実が無視できないほどある（写真 5）。廃棄されていることは、電力供給基盤の破損、ノズルの欠落や損傷、タイヤのパンク、地下水を汲み上げるポンプからのパイプが破損もしくは一部の欠落

などから容易に判断できる。写真 5 のような装置が随所に放置されている。



写真 5 廃棄されたままの地下水灌漑円形農場

廃棄された理由について、近くで農作業をしている複数の農民に聞くと、全員が地下水の枯渇を理由として挙げた。撤去費用がかさむこともあり、使用不能になった地下水灌漑円形農場は写真のように、放置されたままである。放置されたままの地下水灌漑円形農場には内モンゴル特有の北方雑草が繁茂し、農地土壌の態をなしていない状態となっている（ドローン動画 b）。



3. 設置費用と運転コスト

地下水灌漑円形農場の設置と運転に関する費用は、決して安価ではない。まず、主な初期費用として井戸の開設費用、農地集約と整地費、地下水灌漑装置の導入費が主な費目となる。井戸の開設費用は地下水位、本数が左右する。当地の農業用井戸の開設費用は 1 本、

1メートル当たり 150~200 元が相場である。地下水灌漑円形農場を 1 か所設置するには、70 ヘクタールほどのまとまった円形の農地が必要となり、周辺の農民の使用権を集約しなければならない。仮に 10 アール当たりの年間地代がこの地方の相場の 450 元とすると、年間約 30 万元となる。装置の価格は半径（長さ）にもよるが、相場は 15~20 万元である。

したがって、最も大きな装置を想定し、井戸の水位 100 メートル、農地面積 80 ヘクタール（半径 500 メートル）、80 ヘクタール用装置が相場の 15~20 万元とすると、初期費用だけで 50 万元以上かかる勘定になる。王俊 [9] は 60 ヘクタール規模の場合、1 ヘクタール当たり費用を 8,750 元としている。また全炳伟 et al.[4]は半径 260~400 メートルのもので約 40 万元とみており、筆者の見立てを含めて大差がないといえる。

運転コストは、償却代もしくは借入金の返済金、部品交換代、毎年の地代、電力代、水利費、労務費、肥料・農薬費、種子代、収穫代、輸送費などがかかる。所有者である農民の話では、最も頻繁に交換しなければならないのはタイヤ付近に取り付けるモーターで 1 か月間隔、次いでノズルが 2 か月間隔という。最も金額が張るのは地代の 30 万元である。全体の運転コストは年間 40 万元程度、黒字が出るのは 3~4 年後だという。決して旨味のあるものだとは言い難いのではないか。

IV. 地下水灌漑円形農場の経営組織

地下水灌漑円形農場の経営組織のあり方は、さまざまである。現地で聞いたところでは、大きく分けると農民自身経営、農民專業合作社経営、農業企業経営（農民は作業受託者）、近隣の製糖工場の直営のなど 4 つである。

経営組織が全体の中で、どのように分布しているかは不明である。また、どの経営組織

が主にどのような農産物を栽培しているか、という点も不明である。この点を含め、中国全体の地下水灌漑円形農場を取り上げて集約した資料がないので、経営・組織・効果・課題などの全体的な様子は不明である。

以下、現地調査から得た情報をもとに、できる範囲で、それぞれの事例を要約しておきたい。

1. 農民自身の経営

経営組織が農民自身による経営体である。現地で面談したある農民の例は、半径 500 メートル規模の農場を持ち、経営主が男性・63 歳、栽培農産物は砂糖大根、常時働いているのは本人 1 人、2 人の息子は北京で働いており、帰農するつもりはないという。

初めて 2 年、初期投資が高く、今後の収益性も確かな目途は立っていないとはいえない。地下水灌漑円形農場の経営を始めるに当たり、農地集積は村民委員会が面倒をみてくれた。地権者数は 3 桁にも及んだが、この地方では零細農業は経営的に成り立ちにくく、都会へ出稼ぎに行く地権者が大部分なことが、農地集積にはプラスに作用した。

季節的な制約から、この農場は 1 期作しかできないので、自分自身も冬季には出稼ぎに出る。この経営は、なかば趣味のような捉え方をしており、損をしないことが目標である。砂糖大根の販売先は近くの製糖工場で、品質を問われるので化学肥料と農薬を井戸水に混ぜ、水と一緒に撒いているという。これを裏付けるように、装置の回転軸が立地する畑の周辺には、廃棄された多数の空の化学肥料のビニール袋や農薬ボトルが散乱している。

2. 農民專業合作社経営

2 つ目の経営組織は農民專業合作社である。こちらは農地集約がしやすい利点があり、農産物の販売面でも統一的な利便性がある。開

くところでは、合作社に目立つ農産物はとくに無いそうである。良さは、相当の初期投資について地方政府からの補助金が出ることで、上述した諸経費を比較的節約できることだという。

3. 装置メーカーの経営

変わったところでは、地下水灌漑装置のメーカーによる経営体がある。実際に訪問したわけではないが、現地で会った複数の農民が話していた。

この装置の特許はアメリカにあり、現地や山東省にあるメーカーは製造する権利を購入しているのだという。実際に、現地のメーカーを訪れると、新しい装置を組み立てている最中であった。この装置の仕組みや形式などを直に見ることができた。

メーカーが直接経営する場合、装置代金や頻繁に起こる交換部品代は原価で済む利点がある。その分、農業収益性が上がる。とはいえ、装置の稼働管理や農作業は農民に委託する。労賃水準は、近隣の事業所のアルバイト賃金か都会で得ることができる出稼ぎ労賃という。

4. 製糖工場や農産物加工企業の契約栽培

最後の組織形態は、製糖の原料である砂糖大根の量的な一部を契約栽培するというものである。製糖工場で聞いた話では、原料の砂糖大根は他からも仕入れているが、コスト・品質などの面で、当地で自ら契約栽培するメリットが大きいという。砂糖製造の副産物である粕を家畜用飼料として、日本はじめ海外に輸出している。

経営の仕方は、農民との間で決めた買い入れ価格で、収穫期に一定の数量の納入を義務付ける契約を結ぶというものである。典型的な契約栽培の形である。農民は栽培農産物の販売先を探す手間を省きながら、一定の収入

が確保できるので、比較的有利だと認識しているようだ。

また、ジャガイモやひまわり、カボチャを原料とする食品加工メーカーの経営体もあるという。あるメーカーは、地下水灌漑円形農場の全てを商都県内に立地し、全部で27基の装置を所有・経営している。装置の合計面積は、約900ヘクタールという。この方式のメリットは、原料の産地直接仕入れができるので価格面、鮮度などの面にあるという。

V. なぜ北方乾燥地に地下水灌漑円形農場が集中するのか？

1. 全国的な産地の移動

最後に、地下水灌漑円形農場が甘粛、寧夏、内モンゴルの高緯度乾燥地帯に集積しているのはなぜか、という点について述べておこう。

3つの省・自治区のうち、地下水灌漑円形農場が集積している地域を合わせ、この一帯の北緯37度線辺りを湾曲上辺とすると、あたかも三日月の形に見えなくもない。そして、地下水円形灌漑農場が立地するこの地域は気候、土壌、地理、植生などの点では、中国における農業限界地と言ってもよい共通性を持っている。図7で示した地下水灌漑円形農場の地理的な分布から、この一帯を「北方三日月農業限界地」と表現してもよいであろう。

ところがその限界地であったはずのところが、最近、限界地性を薄め、通常の農業地帯に変わりつつある。そのための手段の一つが地下水灌漑円形農場の登場だったのではないか。そこに通底するロジックは、中国全体においてダイナミックに進む農業産地変動ではないのかと思われる。

図10(1)および(2)は、中国の主要な穀物であるコメ、小麦、トウモロコシ、以上を夏収穫と秋収穫に分けたデータ、そしてその平均、さらにトウモロコシ、落花生、大豆、

菜種、その他の油脂植物、野菜、じゃが芋など 13 品目について、1995、2000、2005、2010、2016 の通算 21 年間の土地生産性および栽培面積を地域別に取り、1995 を起点するそれぞれの指数にもとづく増減傾向グラフを作り、これを地域ごとに一覧にまとめたものである。増減傾向を把握するための指数傾向グラフは掲載を割愛した。

図 10 (1) で黒抜き丸数字は、土地生産性と栽培面積それぞれが増加したことを、それ以外は明確な変化が認められないものを意味する。生産性・面積ともにプラスという欄は、文字どおり、2 つの指標が増加している場合を示す。また、左端欄には北緯 30 度以南を南、30 度超を北としている。これによる地域区分は、表 1 のように、北緯を基準に分類したものである。この地域区分は通常の区分法とはやや異なる点に注意されたい。図 10 (2) は、土地生産性および栽培面積それぞれの指数が減少した農産物を地域別に示している。

2 つのグラフを重ね合わせることを通じて、以下が把握できる。

表 1 地域区分と名称

省・自治区	地区名称
黒竜江・内蒙古・新疆・吉林・遼寧・河北	華北・東北
甘肅・山西・山東・河南・陝西	中部
寧夏・江蘇・安徽・湖北・四川	華東・華西
浙江・江西・湖南・貴州・福建・広東・広西・雲南	南部

2. 土地生産性と栽培面積の上昇・増加

(1) 土地生産性

この 20 年間に於いて、華北・東北の穀物平均、秋収穫穀物、落花生、大豆、菜種、油脂植物、じゃが芋の上昇が目立つ。中部の大豆、菜種、油脂植物、南部の大豆、菜種の上昇も同様。

(2) 栽培面積

華北・東北の穀物平均、トウモロコシ、野

菜、中部のトウモロコシ、野菜、華東・華西の穀物平均、小麦、南部のトウモロコシ、野菜が増加している。

(3) 生産性・面積双方

華北・東北、中部の一部の穀物平均、中部および南部のトウモロコシの増加が目立つ。

3. 土地生産性と栽培面積の低下

他方、生産性と面積の低下を同様に見た結果が以下である。

(1) 土地生産性

中部のトウモロコシ、華東・華西の甜菜、南部の秋収穫穀物、小麦、落花生、油脂植物などが低下。

(2) 栽培面積

華北・東北の甜菜、じゃが芋、中部の夏収穫穀物、小麦、南部の穀物平均、コメ、菜種が減少。

(3) 生産性・面積

特記事項なし。

4. 小括

土地生産性と栽培面積の約 20 年間に於ける変化から、産地の変化について分かったことをまとめておきたい。

(1) 夏穀物・秋穀物の主産地は、それまでの伝統的産地であった南部から、華北・東北へ北進している。

(2) コメは南部における退潮が見られる。

(3) 小麦は南部を除く省、自治区単位で産地の移動がみられる。産地としての地位上昇が見られるのは、新疆、山東、江蘇、安徽、産地としての地位低下は黒竜江、内モンゴル、河北、甘肅、山西、陝西、四川、貴州、雲南。小麦は、全国的に産地の入れ替わり現象が起きている可能性を指摘しておきたい。

(4) トウモロコシは、華東・華西を除き産地が全国的に広がる傾向が認められる。特に南

部一帯の伸びが著しく、産地南進ともいえる動きを見せている。

(5) 菜種は緯度の要素に関わりが薄い状態で、省・自治区に生産性と面積に浮き沈みが見られる。

(6) 野菜はほぼ全国的に栽培面積が増加している。その中であって、黒竜江のみは栽培面積が減少傾向にある。

(7) 甜菜は華北・東北の落ち込みが目立つ。

(8) ジャガイモは、華北・東北地域内における移動が見られる。南部の貴州、雲南の地位が上昇している。

5. 甘粛、寧夏、内モンゴルの農産物生産の変化

以下、地下水灌漑円形農場の分布と甘粛、寧夏、内モンゴルの農産物生産についてまとめておきたい。

(1) 土地生産性と栽培面積の上昇・増加

生産性が上昇しているのは、内モンゴルの穀物平均、秋収穫穀物、大豆、菜種、油脂植物、栽培面積は穀物平均、トウモロコシ、大豆、菜種、野菜、ジャガイモ、甘粛の大豆、菜種、油脂植物、ジャガイモ、寧夏の菜種、油脂植物である。

面積が増加しているのは、内モンゴル穀平均、トウモロコシ、大豆、菜種、野菜、ジャガイモ、甘粛のトウモロコシ、菜種、野菜、甜菜、ジャガイモ、寧夏のトウモロコシ、野菜、ジャガイモである。

以上から、この地域では穀物、トウモロコシ、菜種、野菜、ジャガイモなどで共通して生産が活発になり、これら農産物における新しい産地形成が見られる。

ただし、これら農産物の栽培は今に始まったことではなく戦前の調査、内蒙古大学内蒙古近現代史研究所編 [17] によると、旧満州

開拓との関係もあると思われるが、生産性や収量はともかく、野菜の 90 パーセント以上がジャガイモであり、小麦、大豆も栽培されていた。

(2) 土地生産性と栽培面積の低下

生産性が低下したのは、内モンゴルの小麦、落花生、甘粛は野菜、甜菜、寧夏はコメ、トウモロコシ、甜菜である。面積が減少したのは内モンゴルの小麦、甜菜、甘粛の穀物平均、夏収穫穀物、小麦である。

以上から、ここで取り上げた 2 つの自治区・1 省では穀物平均、トウモロコシ、野菜、ジャガイモが産地形成の移動過程にあるといえそうである。

これら産地形成の主體的役割を担っている農産物の栽培に共通する難点は、降水量が最低 600~800 ミリメートルを要求することである。しかるに、内モンゴルや甘粛、寧夏の年間降水量は 300 ミリメートル程度に過ぎない。こうした中で、穀物の産地が北進、野菜が全国的に生産の増加、ジャガイモなどのこの 3 つの地域への集中的な産地化が進む中で、地下水灌漑円形農場の必要性和重要性が高まったのではないと思われる。

本稿の中心的検討対象とした内モンゴルの農業事情や農家経済分析については、比較的多くの多角的な視角からの研究成果がある。中でも、金湛 [18]、蘇德斯琴 et al. [19]、牧仁 [20]、陳曦 [21] には生態移民、草地請負などの興味ある視点からの分析があり参考になる。

結論的に、地下水灌漑円形農場の広い範囲での登場は、まずはいくつかの農産物がリードする「北方三日月農業限界地」の北進、あるいは通常農業産地化する過程と重なるといえる。

図 10 地域別作目変動(1995-2016)(1)

	土地生産性上昇	栽培面積増加	生産性・面積ともプラス		
北緯40度	黒竜江	① 2 ③ 4 5 6 7 8 ⑨ ⑩ 11 12 ⑬	① 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13	① 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13	1 穀物平均
	内蒙古	① 2 ③ 4 5 6 7 8 ⑨ ⑩ 11 12 13	① 2 3 4 5 6 7 ⑧ ⑨ 10 ⑪ 12 ⑬	① 2 3 4 5 6 7 ⑧ ⑨ 10 11 12 13	2 夏収穫穀物
	新疆	1 2 3 ④ 5 ⑥ 7 8 ⑨ ⑩ ⑪ 12 ⑬	① 2 3 4 ⑤ 6 7 8 9 10 ⑪ ⑫ 13	1 2 3 4 5 ⑥ 7 8 9 10 ⑪ 12 13	3 秋収穫穀物
	吉林	① 2 ③ 4 5 6 7 8 ⑨ 10 11 12 13	① 2 3 4 5 ⑥ 7 8 9 10 11 12 13	① 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13	4 コメ
	遼寧	1 2 ③ 4 5 6 7 ⑧ 9 10 11 12 ⑬	① 2 3 4 5 ⑥ 7 8 9 10 11 12 13	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 ⑫ ⑬	5 小麦
北緯35度	河北	① 2 ③ 4 5 6 7 ⑧ ⑨ ⑩ ⑪ ⑫ ⑬	① 2 3 4 5 6 7 8 9 10 ⑪ ⑫ ⑬	① 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13	6 玉蜀黍
	甘肅	1 2 3 4 5 6 7 ⑧ ⑨ ⑩ ⑪ 12 ⑬	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 ⑪ ⑫ ⑬	① 2 3 4 5 ⑥ 7 8 ⑨ 10 11 12 ⑬	7 落花生
	山西	① 2 ③ 4 5 6 7 ⑧ ⑨ ⑩ 11 12 13	① 2 3 4 5 ⑥ 7 8 9 10 ⑪ 12 13	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13	8 大豆
	山東	1 2 3 4 5 6 7 8 ⑨ 10 11 12 13	1 2 3 4 ⑤ 6 7 8 9 10 ⑪ 12 13	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13	9 菜種
	河南	① 2 3 4 5 6 7 8 ⑨ ⑩ 11 12 13	① 2 3 ④ ⑤ ⑥ ⑦ 8 9 10 ⑪ 12 13	① 2 3 ④ ⑤ ⑥ ⑦ 8 9 10 ⑪ 12 13	10 油脂植物
北緯30度	陝西	1 2 ③ 4 5 6 ⑦ 8 9 ⑩ 11 12 ⑬	1 2 3 4 5 ⑥ 7 8 9 10 ⑪ ⑫ ⑬	1 2 3 4 5 ⑥ 7 8 9 10 11 12 13	11 野菜
	寧夏	1 2 3 4 5 6 7 8 ⑨ ⑩ 11 12 13	1 2 3 4 ⑤ 6 7 8 9 10 ⑪ 12 ⑬	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 ⑪ 12 13	12 甜菜
	江蘇	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13	① 2 3 ④ ⑤ 6 7 8 9 10 ⑪ 12 13	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13	13 ジャガイモ
	安徽	1 2 3 4 5 ⑥ 7 8 ⑨ ⑩ 11 12 13	① 2 3 4 ⑤ 6 7 8 9 10 ⑪ 12 13	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13	
	湖北	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13	
北緯30度	四川	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13	
	浙江	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13	
	江西	1 2 3 4 5 6 7 8 ⑨ ⑩ 11 12 13	① 2 3 4 5 6 7 8 9 10 ⑪ 12 13	1 2 3 ④ ⑤ 6 7 8 9 10 ⑪ 12 13	
	湖南	1 2 3 4 5 6 7 ⑧ ⑨ 10 11 12 13	1 2 3 4 5 ⑥ 7 8 ⑨ 10 ⑪ 12 13	1 2 3 4 ⑤ ⑥ 7 8 ⑨ 10 ⑪ 12 13	
	貴州	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13	1 2 3 4 5 6 7 8 ⑨ 10 ⑪ 12 ⑬	① 2 3 4 ⑤ ⑥ 7 8 9 10 ⑪ 12 13	
	福建	1 2 3 4 5 6 7 ⑧ ⑨ 10 11 12 ⑬	1 2 3 4 ⑤ ⑥ 7 8 9 10 ⑪ 12 13	1 2 3 4 ⑤ ⑥ 7 8 9 10 ⑪ 12 13	
	広東	1 2 3 4 5 6 7 ⑧ 9 10 11 12 13	1 2 3 4 ⑤ ⑥ 7 8 9 10 ⑪ 12 13	1 2 3 4 ⑤ ⑥ 7 8 9 10 ⑪ 12 13	
	広西	1 2 ③ 4 5 ⑥ ⑦ ⑧ ⑨ ⑩ 11 12 13	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 ⑪ 12 13	1 2 3 4 5 ⑥ ⑦ 8 9 10 ⑪ 12 13	

(2)

		土地生産性低下	栽培面積低下	生産性・面積ともマイナス	
北緯40度	黒竜江	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13	1 2 3 4 ⑤ 6 7 8 9 10 ⑪ ⑫ ⑬	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13	1 穀物平均
	内蒙古	1 2 3 4 ⑤ ⑥ ⑦ 8 9 10 11 12 13	1 2 3 4 ⑤ 6 7 8 9 10 11 ⑫ 13	1 2 3 4 ⑤ ⑥ 7 8 9 10 11 12 13	2 夏収穫穀物
	新疆	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ 7 ⑧ 9 10 11 ⑫ 13	1 2 3 4 5 6 7 8 ⑨ 10 11 12 13	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13	3 秋収穫穀物
	吉林	1 2 ③ ④ 5 6 7 ⑧ 9 10 11 12 ⑬	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 ⑫ ⑬	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 ⑬	4 コメ
	遼寧	① 2 ③ ④ ⑤ ⑥ 7 8 9 10 11 12 13	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 ⑫ 13	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13	5 小麦
北緯35度	河北	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13	1 ② 3 4 ⑤ ⑥ ⑦ 8 9 10 11 12 13	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13	6 玉蜀黍
	甘肅	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 ⑪ ⑫ 13	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ 7 8 9 10 11 12 13	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13	7 落花生
	山西	1 2 3 4 ⑤ ⑥ ⑦ 8 9 10 ⑪ 12 13	1 ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦ 8 9 10 11 12 13	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13	8 大豆
	山東	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦ 8 9 ⑩ 11 12 13	1 2 3 4 5 ⑥ ⑦ 8 9 10 11 12 13	1 2 3 4 5 ⑥ ⑦ 8 9 10 11 12 13	9 菜種
	河南	1 2 ③ ④ ⑤ ⑥ 7 8 9 10 11 12 13	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13	10 油脂植物
北緯30度	陝西	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ 7 8 9 10 11 12 13	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13	11 野菜
	寧夏	1 2 ③ ④ ⑤ ⑥ 7 8 9 10 11 ⑫ 13	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ 7 8 9 10 11 12 13	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13	12 甜菜
	江蘇	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ 7 8 9 ⑩ 11 ⑫ 13	1 2 3 4 5 ⑥ ⑦ 8 ⑨ 10 11 12 13	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13	13 じゃが芋
	安徽	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13	1 2 3 4 5 ⑥ ⑦ 8 ⑨ 10 11 12 13	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13	
	湖北	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ 7 8 9 ⑩ 11 12 13	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13	
北緯30度	四川	1 ② ③ ④ ⑤ ⑥ 7 8 ⑨ 11 ⑫ ⑬	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ 7 8 9 10 11 12 13	1 ② ③ ④ ⑤ ⑥ 7 8 9 10 11 12 13	
	浙江	1 ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦ 8 ⑨ 10 11 12 13	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ 7 8 ⑨ 10 11 12 13	1 2 3 4 5 6 7 8 ⑨ 10 11 12 13	
	江西	1 ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦ 8 9 10 11 12 13	1 2 3 4 5 ⑥ 7 8 ⑨ 10 11 12 13	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13	
	湖南	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ 7 8 9 ⑩ 11 12 13	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13	
	貴州	1 2 ③ ④ ⑤ ⑥ 7 8 9 10 11 12 13	1 2 ③ ④ ⑤ ⑥ 7 8 9 10 11 12 13	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13	
	福建	1 2 ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦ 8 9 ⑩ 11 12 13	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ 7 8 9 10 11 12 13	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13	
	広東	1 ② ③ ④ ⑤ ⑥ 7 8 9 10 11 12 13	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ 7 8 9 10 11 12 13	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13	
	広西	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦ 8 ⑨ 10 11 12 13	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13	
	雲南	1 2 ③ ④ ⑤ ⑥ 7 8 9 10 ⑪ ⑫ ⑬	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ 7 8 9 10 11 12 13	1 2 ③ ④ ⑤ ⑥ 7 8 9 10 11 12 13	

注：写真：筆者撮影。資料：google，現地収集資料（資料撮影を含む）

脚注 *

¹ 愛知大学現代中国学部.

tagold@knh.biglobe.ne.jp

² ノズルの直径はスプリンクラーと同等(2センチ程度), 装置 50m 当たり 20 本, 半径 400m の場合ノズルの数は $20 \times 8 = 160$ 基. 水使用量は $160 \times 20 \text{ L} / \text{分} = 3,200 \text{ L} / \text{分} \times 16 \text{ 時間} (1 \text{ 回転}) = 3,200 \text{ L} \times 60 \text{ 分} \times 16 \text{ 時間} = 3,072,000 \text{ L} = 3,072 \text{ 立法メートル} (25 \text{ メートルプール約 } 6 \text{ 杯分})$.

³ $\text{Loss}(\%) = \{(\text{ECc} - \text{ECs}) / \text{ECc}\} \times 100$; ECc = electrical conductivity of water in the collector, ECs = electrical conductivity of the source water.

⁴ $3,000 \text{ t} (1 \text{ 回転数当たり使用量}) \times 10 (月回転数) \times 12 (月数) \times 150 (円形農場数) \times 10 (年) \times 1.25 (ページでの散水量は農場の半径を 400 メートルとした)$.

⁵ $785,000 \text{ m}^2 \times 1 \text{ t} \times 0.45 (450 \text{ mm}) \times 150$.

⁶ 面積 35 k m^2 , 平均水深 1.5m.

3 期, pp.72-78.

[8] R.K. Mclean et al., Spray evaporation losses from sprinkler irrigation systems, Canadian Agricultural Engineering, Vol.42, No.1, January/February /March 2000, pp 1-15.

[9] 王俊 et al., 《中心支軸式噴灌機典型工程標準設計》《節水灌溉》2014 年 4, pp.94-97.

[10] Jean L. Steiner, Spray Losses and Partitioning of Water Under a Center Pivot Sprinkler System, American Society of Agricultural Engineers, 1983 -Transactions of the ASAE, pp. 1128-1134.

[11] 安莉娟《197-2010 年內蒙古干濕變化特征及水資源影響》《冰川凍土》第 38 卷第 3 期, 2016 年 6 月, pp.732-740.

[12] 賽那《內蒙古自治區的砂漠化的實態とその要因の考察》『現代社會文化研究』No.42, 2008 年 7 月, pp.1-18.

[13] 康峪梅「中國內蒙古自治區における草原退化の現状と対策方向」『高知論叢(社會科學)』第 64 号, 1999 年 3 月, pp.59-78.

[14] 杜富林 et al., 「內蒙古における農業動向と退耕還草政策—烏蘭察布盟卓資縣を事例に—」『岡山大學環境理工學部研究報告』第 9 卷第 1 号, 2004 年 2 月, pp.141-151.

[15] 白美蘭 et al., 《內蒙古典型草原區地表干濕狀況變化趨勢及影響因素分析》『中國農業氣象』2011, 32(2), pp.208-213.

[16] 張超 et al., 《基於 GIS 內蒙古荒漠草原氣候變化分析》《草業科學》PRATACULTURALSCIENCE』31 卷 12 期, pp.2212-2220.

[17] 內蒙古大學內蒙古近現代史研究所編《蒙疆農業經濟論》內蒙古大學出版社, 2011, (復刻版), p.261. 原典は同名で山田武彦 et al. とし

[18] 金湛「內蒙古自治區における『生態

*参考文献

- [1] 「地下水くみ上げ 消えた湖」『朝日新聞』2017 年 12 月 7 日(朝刊).
- [2] 高橋五郎「中國農業が衰退—日本の食卓に大打撃—」『週刊朝日』2018 年 2 月 22 日号, pp.110-113.
- [3] 中國水利部灌溉排水技術開發培訓中心《噴灌與微灌設備》北京, 中國水利水電出版, 1998.
- [4] 仝炳偉 et al., 《圓形噴灌機節水示範區效益評價與分析》《水利經濟》第 29 卷第 4 期, 2011 年 7 月, pp.10-12.
- [5] 周榮《因地制宜科學推廣節水灌溉技術》《農業工程》第 2 卷第 1 期, pp.1-3.
- [6] 李仰斌 et al., 《輕便材質中心支軸式噴灌機關鍵技術研發》《節水灌溉》2014 年第 11 期, pp.77-83.
- [7] 王永輝 et al., 《中心支軸式噴灌機地角漏灌問題解決方案探討》《節水灌溉》2012 年第

- 移民』政策の内容と執行—牧畜農家の家計
経済へ及ぼす影響の視点から—『アジア
経済』第 51 巻第 1 号,2010 年,pp.31-47.
- [19] 蘇德斯琴 et al.,「内モンゴル自治区におけ
る草地請負制度の変遷と草地利用への影響
—シリングル盟を事例に—」『札幌学院大
学経済論集』第 7 号 2014 年 3 月,pp.29-40.
- [20] 牧仁「中国内モンゴル地域における生態
系保護政策の形成過程および課題について
の研究」『KJPS Review』 No.18,November
2012,pp.19-43.
- [21] 陳曦「内モンゴルにおけるてん菜生産の
経営分析—フフホト市周辺のてん菜農家を
事例として—」『農業経営研究』第 39 巻第
1 号,2001 年,pp.167-170.
- (本稿の基となった内モンゴル烏蘭察布市に
おける現地調査 3 度のうち, 2 度目は NHK 北
京総局が同行, 3 度目は朝日新聞広州支局が同
行した。両社のご協力に感謝する。)