

File No. 55

センターピボット灌漑と施肥

センターピボット灌漑 (Center pivot irrigation) は、スプリンクラーを使用する灌漑法の一つで、主にアメリカの中西部のグレートプレーンズ、サウジアラビア、エジプト、オーストラリアなど乾燥地域に行われている灌漑農法である。

この灌漑システムは、河川水または井戸から地下水をくみ上げ、自走式の散水器に圧送し、散水器に装着しているスプリンクラーから散水する。標準的なセンターピボット灌漑システムは、自走式散水器の走行半径 400m、円内の灌漑面積約 54 ヘクタールだが、半径 1km にも及ぶ大きいなものもある。散水器の散水周回数は気候や土壌、作物により異なり、おおよそ 1~3 日 1 回程度で、スプリンクラーを調整し、走行速度の速い周辺部では散水量を多くし、円心部では少なくして、散水の不均一を防いでいる。

この灌漑方式は 1940 年代に発明されていたが、最初は内燃機を動力して粗末なものであった。急速に普及されたのは動力が電動式に変わった 1970 年代に入ってからである。現在、テキサス州、カンザス州、ネブラスカ州などアメリカの穀倉地帯のトウモロコシと小麦の栽培に多く利用されている。図 1 はアメリカグレートプレーンズのセンターピボット灌漑システムである。



図 1. アメリカのセンターピボット



図 2. サウジアラビアのセンターピボット

センターピボット灌漑システムの普及には Robert B. Daugherty 氏と彼が設立した Valmont Industries 社が非常に重要な役割を果たした。1947 年 Frank Zybach 氏がセンターピボット灌漑システムを発明したが、鳴かず飛ばず状態であった。1954 年 Daugherty 氏と Valmont Industries 社がセンターピボットの灌漑設備を製造する権利を取得してから設備の改良と営業活動を積極的に行い、グレートプレーンズに広く普及させた。現在も Valmont Industries 社がアメリカ国内のセンターピボット灌漑設備のシェアの半分以上を占めている。

1970 年代以降、センターピボット灌漑システムはサウジアラビア、エジプトなど中東諸

国やオーストラリアにも次第に使用され、砂漠でも穀物を大量に収穫することが出来るようになった。その一例として、サウジアラビアは食糧自給化のため、1980年から国営農業銀行がセンターピボット灌漑システムの設置代金の50%を補助して、種子、肥料、農薬などにも補助金を出した。その努力の結果、国土の95%が砂漠であるにも関わらず、小麦、じゃがいも、酪農などの生産が急激に伸び、農産物を周辺諸国に輸出するほど発展してきた。2011年のデータでは小麦120万トン、ジャガイモ51万トン、牛乳170万トンが産出された。図2は飛行機から撮ったサウジアラビアのセンターピボット灌漑システムの写真である。

センターピボット灌漑システムの長所は、

- ① 散水回数と散水量を自由に調節することができ、送水中の滲透と蒸発等によるロスがないため、水を効率的に利用できる。水盤灌漑や畦間灌漑に比べ、約20%の節水となる。
- ② 自動化され、メンテナンス以外に人手を要らない。タイマー、コンピュータや遠隔操作により、全自動に灌漑できる。
- ③ 灌漑水に肥料を溶かして均一に施肥することができる。
- ④ 水盤灌漑や畦間灌漑の慣行灌漑ができない平らでない土地でも利用可能である。
- ⑤ 労働生産性が非常に高く、少人数で広い耕地を管理できる。

上記の長所ゆえに以前は経済的に利用できなかった乾燥土地でも農業を行うことが可能になり、大きく普及され、アメリカ式の大規模農業の下支えとなった。



図3. センターピボット灌漑システムの井戸と動力（内燃機から発電して、電力で運転する）

しかし、センターピボット灌漑システムも次のような欠点があり、一部の地域では点滴灌漑などのマイクロ灌漑（局部灌漑）方式に代替されるようになる。

- ① 散水中に蒸発が高く、点滴灌漑に比べ約5倍の水量が消費される。
- ② 地下水に依存しているところが多く、過剰な揚水が続けられた結果、地下水位が低下し、揚水コストが増大するばかりではなく、農業用水の不足により、耕地が荒廃放棄される。

- ③ 高濃度塩分の排水と高蒸発率により、耕地の塩分集積が進み、収量が影響される。



図 4. 自走式散水器

サウジアラビア政府は地下水の枯渇を考慮して、2016年までにセンターピボット灌漑を全面的に廃止し、マイクロ点滴灌漑に切り替える計画を打ち出した。

センターピボット灌漑システムの施肥は養液土耕栽培と異なって、最初は慣行栽培と同様に元肥や追肥を耕地に撒く形であった。1970年代から省力化が進み、播種する前に耕地に固形の元肥を施用して、追肥だけが灌漑水に尿素や硝安を溶かして、液肥の状態にしながら施肥する方式を取り入れた。現在では主に灌漑水にUAN（尿素硝安液肥）を溶かしたもの、場合により塩化加里も混合して施用する形が主流となっている。

UAN（Urea Ammonium Nitrate solution）は、尿素と硝安（硝酸アンモニウム）から成る液体の窒素肥料である。その特徴は硝酸性窒素とアンモニア性窒素、尿素性窒素を有し、速効性と緩効性を揃え、作物の窒素要求に広く対応できる。安定性が高く、爆発の危険性がなく、腐食性もほとんどなく、輸送・保管・施用に非常に安全である。製造工程が簡単で、生産コストが抑えられる。また、化学反応性が乏しいため、他の化学肥料や農薬に混合しやすく、液体の形での施肥に適する。

UANは1970年代にアメリカで開発されてから、その廉価性、安全性、速効性、機械施肥適応性等の長所が遺憾なく発揮され、アメリカやヨーロッパ先進国を中心に広く普及してきた。統計データによれば、2012年の尿素硝安生産量が2000万トンを超え、その内訳、アメリカ1360万トンを筆頭にフランス200万トン、カナダ、ドイツ、イギリス、オーストラリア、ベラルーシ、ロシア、アルゼンチン等も100万トン以上を生産していた。

通常、センターピボット灌漑システムは栽培する前にDAPと塩化加里を元肥として耕地

に撒き、耕運機で土壤に混合してから播種する。苗が生長してからその生育状況に合わせて、UAN や尿素液を灌漑水に混入して、追肥を行う。追肥がほとんど窒素肥料だけに留まるが、塩化加里を溶かして灌漑することもある。高価の化成肥料をほとんど使用しないため、肥料コストが安く、施肥作業と施肥量の制御が容易である。センターピボット灌漑システムの自走式散水器、井戸、液肥タンクの写真は図 3、図 4、図 5 に示す。



図 5. センターピボット灌漑システムの液肥タンク

センターピボット灌漑システムはすでに最盛期を過ぎ、一部の河川水を利用する地域を除き、次第にマイクロ点滴灌漑方式に取って代わる運命を辿ることになるだろう。