

畑作物の省エネルギー栽培

誌名	農林水産技術研究ジャーナル
ISSN	03879240
著者	昆, 忠男
巻/号	13巻6号
掲載ページ	p. 3-7
発行年月	1990年6月

農林水産省 農林水産技術会議事務局筑波産学連携支援センター
Tsukuba Business-Academia Cooperation Support Center, Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council
Secretariat



畑作物の省エネルギー栽培

昆 忠男

オイルショックは、食糧および資源・エネルギー問題を見なおす機会となったが、農業関係で使用する化石エネルギーは多く、畑作物栽培の資材をエネルギーに換算すると、肥料と農業機械の占める割合が大きい。エネルギー消費量を節減するため、小麦稈を厩肥化して施用すると、てん菜肥料を大幅に節約でき、耕耘・整地を簡略化すると機械・燃料エネルギーを節約できる。今後は堆厩肥・機械の地域利用システムの合理化が必要である。

はじめに

わが国の農業技術は、肥料・農薬、農機具・施設などの製造技術の発展を背景に高度経済成長の波に乗り、潤沢な化石エネルギーの供給を前提として発達してきた。堆厩肥施用や輪作など畑作の基本技術は、生産性向上を求めて顧みられず、高収益性作物の単作化が進行し、連作障害がどこでもみられるようになった。その対策として肥料・農薬の多投が行われ、エネルギー投入が一層進むという悪循環に陥っている。

農業は、太陽の光エネルギーを植物に固定するエネルギー生産型産業であるが、現在は化石エネルギーを大量に使って生産を行い、エネルギー消費型産業になっている。

昭和48年の第1次オイルショックは、食糧および資源・エネルギー問題を見なおす機会となり、環境や都市化の問題と調和をとりながら食

糧を安定的に供給する省エネルギー生産技術への関心が高まった。

ここでは、昭和53年～62年に行われた大型別枠研究「農林水産業における自然エネルギーの効率的利用技術に関する総合研究」において、北海道農試畑作部の行った大規模畑作農家のエネルギー使用量調査とそれをもとに実施した有機物施用を中心とした省肥料栽培試験、作業改善による省燃料試験の概要を紹介する。

1. 畑作におけるエネルギー使用量

小麦や馬鈴薯など畑作物栽培に要するエネルギー量を調査³⁾してみると、てん菜が1 haあたり 27.8×10^6 kcalでもっとも多く、馬鈴薯がこれにつき、小麦、豆類の順に少なくなる。これを農家ごとにもみると、1 haあたり 18.4×10^6 kcalで、費目別には図1に示すように肥料が41%でもっとも多い。機械は19%でこれに次ぐが、燃料12%、農薬9%、土地改良9%、建物・施設6%であり、全労働時間から換算した労働エネルギーは0.3%と少ない。産出と投入の

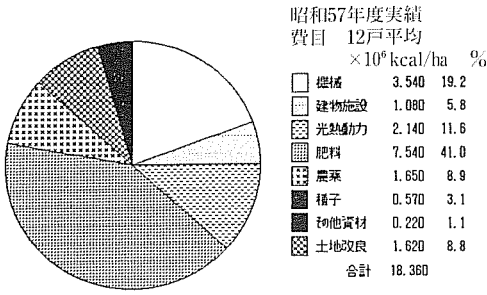


図1 専業畑作におけるエネルギー使用量の
実態

比率はもっとも効率の良いてん菜で1.78, 小豆は作物残渣のエネルギーを加えても1.0以下の効率の低い作物である。

これは、平均的経営規模 26.4ha, 家族労働力 3.1人の12戸の集落について調査したものである。この集落は、基幹作物が馬鈴薯、小麦、てん菜で、ほかに小豆、いんげん、スイートコーンが数%ずつあるが、野菜はほとんどない純畑作地帯である。作物別使用量はこの規模になると作付面積による変動は少ない。

この費目別エネルギーは、エネルギー利用研究グループの作成した単価表¹⁾を用いて換算した。単価表は、石油の他産業におよぼす経済的

表1 エネルギー原単位 (昭和53年)

品目	エネルギー (kcal)	品目	エネルギー (kcal)
種子 小麦	3,695/kg	食品 小麦	3,330/kg
馬鈴薯	566/kg	馬鈴薯	770/kg
大豆	2,129/kg	大豆	4,170/kg
てん菜	15,923/kg	てん菜	796/kg
燃料用灯油	9,656/ℓ	農業機械	13.0/円
軽油	10,040/ℓ	トラクター	21.4/円
ガソリン	9,422/ℓ	トラック	18.9/円
農業用電力	2,045/kwh	機械修理	12.6/円
肥料 硫安	2,691/kg	農薬	40.5/円
過石	1,922/kg	道具類	32.0/円
熔りん	2,221/kg	建物鉄骨	1,421,000/m ²
硫加	5,410/kg	木造	662,000/m ²
高度化成	6,525/kg	ビニール	90,094/m ²
厩肥	26/kg	暗渠排水	21.8/円

効果を産業連関表から求め、石油エネルギーベースに表示したものである。この表では、例えば農薬のエネルギーは価格当たりで示し、薬剤の種類・効果には関連しないなど問題点はあるが、費目を相互に比較するためにはなんらかの換算係数が必要であり、経済的波及効果を示すこの表を用いた。

機械や施設など耐久財の年間使用エネルギーは減価償却費の算出方法に準じて算出し、労働エネルギーは1時間あたり500kcalとした。なお、生産物のエネルギーは食品成分カロリー²⁾で換算した。

2. 畑作における省エネルギー技術

この調査から使用エネルギーのうち肥料の多いことがわかったが、肥料の節減方法としては施肥法の改善や単肥配合などによる施肥の適正化、緑肥の導入、作物残渣・農産工場残渣のすき込み利用または堆厩肥化利用などがある。

このうち緑肥は、豊富な太陽エネルギーを利用するので、肥料の節約になると考えられるが、マメ科緑肥の固定する窒素量は種子価格から換算したエネルギーにも満たず、節約にはならない。農産工場残渣は、その含有肥料成分量と運搬・散布用機械およびその燃料エネルギーとの比較から判断されるが、例えばでん粉工場デカント排液では運搬距離が片道40km以上ではエネルギーの節約にならない。

つぎに機械エネルギーの節約には作業の省略化ないし複合化がある。例えば、麦用コンバインの大豆収穫へ転用、耕起・整地・播種作業の複合化や非競合作業機の共同化および機械の使用年数の延長などが考えられる。

燃料節約のためには、小麦の刈り倒し後脱穀、防除用水の節約などがある。

個々の省エネルギー技術については割愛するが、一つの省エネ技術が組み込まれても作業体系全体としての整合性から他の技術に無理が生ずるばあいもあり、エネルギーの節減は困難な

ことが多い。

ここでは、エネルギー使用量の多いてん菜と作業の簡略化が見込まれる大豆の省エネルギー化研究を紹介する。

3. てん菜の省エネルギー技術

実態調査によると、多くの作物で指導基準量を上回る施肥が行われ、なかでもてん菜では半数の畑で1.5倍以上施肥されている。てん菜の買入れ制度が糖分重視に移行する以前の調査であるが、大きな根を収穫することが高収益になるので肥料代をかえりみず肥料を多投した結果である。現在は、基準糖度以下では歓迎されないため糖分を上げるため施肥基準を守るように強く指導されている。

十勝地方をはじめ主要な畑作地帯では、酪農経営と畑作経営がそれぞれ大型化、単純化して、かつての複合経営農家は少なくなった。それに伴って畑作農家では厩肥はもちろん、堆肥生産を行わず、さきの調査では12戸のうちわずか3戸がバーク堆肥をてん菜畑1haあたり13.1tを施用しているにすぎない。そこで、多量に排出される小麦稈を牛舎敷料としたのち厩肥化して施用し、施肥量を節約⁴⁾することを試みた。

てん菜畑に1haあたり厩肥20tを施用し、

標準施肥量の80%で栽培すると、農家慣行栽培の麦稈施用および麦稈持ち出しに比べ、収穫期の茎葉は少ないが根中糖分は基準糖度に達し、糖収量ではほぼ同じであった。また、跡地の馬鈴薯にも減肥の影響はみられなかった。これは直接的には厩肥に含まれる肥料成分の効果であるが、図2に示すように厩肥の施用によって高い活力の根の分布領域が広がり、畦間を越えて根が交差し、根の糸状菌フロラも多様化して、健全な根系が発達した効果でもある。

これを大型機械化による秋播小麦—大豆—てん菜—馬鈴薯の4年輪作のなかで、牛舎敷料用にコンバイン排出麦稈の2/3を梱包して搬出し、大豆跡地に1haあたり厩肥20tを施用しててん菜を移植栽培すると、実態調査の農家施肥量の2/3に減肥しても、てん菜の根中糖分および跡地の馬鈴薯(2/3に減肥)のでん粉含量は農家栽培を上回り、糖収量、でん粉収量が低下することはなかった。これをもとに肥料エネルギーを硫安、過石・熔りん、硫加の単肥エネルギーに換算してみると、4年間の合計量で農家慣行施肥量に対して窒素の29%、りん酸の30%、加里の27%が節約でき、総計では29%、 6.64×10^6 kcalの節減となる。

このように厩肥施用は肥料エネルギーの節減になるが、施用のためには新たな作業機が必要

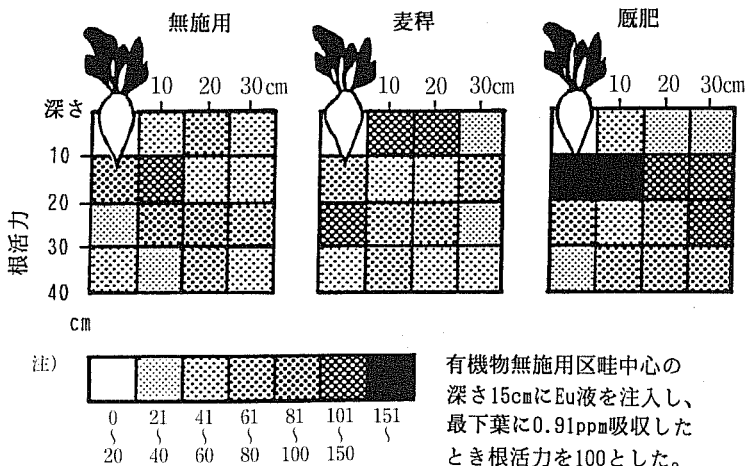


図2 有機物の施用がてん菜の根活力におよぼす影響

であり、そのエネルギーが増加する。麦稈を梱包するペーラー、堆肥を散布するマニユアスプレッダを4戸の共同利用として機械分は1haあたり 0.225×10^6 kcal、麦稈を10km離れた酪農家の厩肥と交換(厩肥必要量の半分を購入)、散布する燃料は 0.247×10^6 kcalの増加である。そのほか、他の作業にも使用するストローチョッパー、トレーラー、トラック、フロントローダが必要である。厩肥を1kgあたり26kcalとして試算すると、計 0.992×10^6 kcal余分にかかるが、差引き 5.65×10^6 kcalの節約になる。しかし、作業時間が麦稈・厩肥運搬を含めて19.6時間かかり、8月上旬の秋播小麦の収穫・調製から、9月上旬の馬鈴薯の掘取り、中旬の小麦播種までの約40日間(お盆休みを含む)のなかの作業となるため、労働負担が大きい。大規模農家ほど厩肥施用の少ない要因の一つでもあり、厩肥の生産・流通の一層の合理化が必要である。

実態調査結果では、堆厩肥の施用農家は少なく、多くは作物残渣を全量鋤込み、分解促進のため尿素や硫酸を1haあたり200~400kg散布しており、さらに高エネルギーになっている。

4. 大豆播種作業の省エネルギー化

主要作物栽培が1年1作型の北海道では、秋季に反転耕起し、春季に碎土・整地して大豆が施肥・播種される。春作業は通常3工程で、1haあたり4.7時間を要する。播種を1工程で行う作業機⁴⁾を試作し、消費燃料の節約および労働時間の短縮を図った。試作機は、碎土性がよく、低速(0.6m/s)では施肥位置が深さ5~10cm、大豆種子の側方5cmで位置、施肥量ともに精度は高い。播種深さおよび株間のばらつきも普通の播種機なみで、生育も順調であった。0.9m/sの高速播種では株間のばらつきがあり、株間の人力除草の際に労力が多く必要になる。適正速度(0.7m/s)での作業時間は総合播種機の57%に、燃料消費量は71%に節約できた。難点は機体重量が930kgもあり、さらに軽量化の

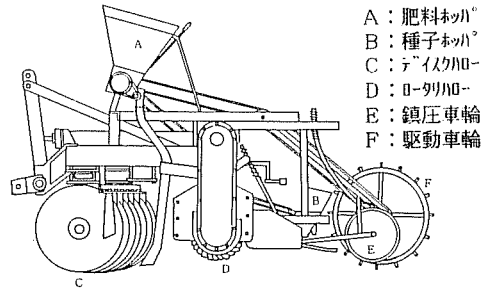


図3 試作した碎土・整地・施肥・播種同時作業機

必要がある。

エネルギー使用量の大きい反転耕を行わない播種法として表層を攪拌する簡易耕がある。豆類やとうもろこしなど子実作物のばあい、秋耕を行わず、春季に前作物の畦間を深さ5cm程度にロータリで攪拌し、播種すると、秋反転耕よりも発芽や作土層での根系の発達がよく、生育が促進された。少肥栽培や異常気象年でも安定した収量が得られ、品質も優ることが多く、子実作物の輪作であれば簡易耕の連続もできる。簡易耕では連続的に圧密された下層から毛管上昇によって土壌水分が供給され、5月上中旬の乾燥時にも出芽に好適な水分を保つ⁵⁾ことが認められた。作業的には、耕耘~播種の作業時間を1/3に、燃料消費量を1/7に軽減できた。

さらに省エネルギー的な播種法として溝切り耕がある。専用播種機は試作中であるが、播種時の残渣処理が難題である。圃場全面に残渣を散布すると生育初期に地温が上がらず、生育が遅れ減収⁶⁾する。畦間に残渣を寄せてマルチすると乾燥や風食を受けにくく、出芽が早まり、全面マルチより収量は増えるが播種作業が難しい。麦稈を梱包して搬出し、刈株の間に播種すると、刈株と種子の位置関係によって出芽が不安定となり、株立ちや生育が劣り低収となる。

このような簡易耕では、麦稈の分解に施肥窒素が奪われるので、施肥法を含め残渣処理方法を検討する必要がある。また、土壌反転を伴わない簡易耕では表層に雑草種子が集まり、雑草の発生⁷⁾が著しい。通常の播種後の土壌表面処

理と中耕の組合せでは十分な除草ができず、広葉雑草に効く生育期茎葉処理剤の登録が望まれる。

5. 畑作生産システムのエネルギー試算

このような省エネルギー的技術を畑輪作体系の中に取り入れ、生産に要する全エネルギーを試算⁴⁾した。家族労働者2.5人で30ha経営農家が適期内に全ての作業を行えるように、圃場の配置・形状、土壌・気象条件などを考慮して最小限の農業機械・施設、肥料・農薬などの諸資材を選定した。使用時間の少ない機械、高額な機械はできるだけ共有とし、4人以上の組作業およびホウ除草では臨時労働者を雇用するものとした。

農家慣行体系では、使用エネルギー13.42×10⁶ kcal/haのうち肥料が42.8%ともっとも多く、機械が19.6%とこれにつき、燃料9.3%、除草剤・殺菌殺虫剤9.8%であって、実態調査に比べ使用量は少ないが比率はほぼ同じである。

標準体系では、麦稈4.3 t/haを梱包し、10km離れた酪農家の厩肥と交換・運搬するため1haあたり12.5時間かかり、他の作業機を含めて差引き3.64×10⁶ kcal/ha、5.3ポイント低下し、使用エネルギー全体では6.8%減少する。

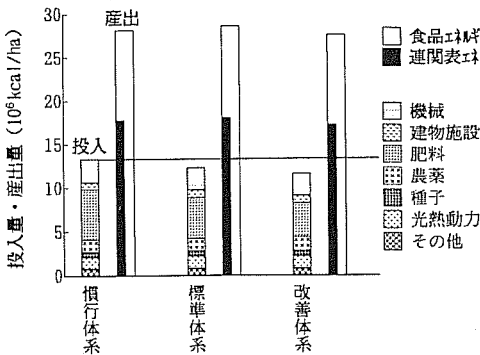


図4 体系別エネルギー投入量・産出量 (30ha, 4作物, 4年輪作)

省エネルギー研究の結果を取り入れた改善体系では、ほかにでん粉工場デカント排液の散布

を加えたので、全体としては12.7%の節約になった。

このようにもっともエネルギー使用量の多い肥料、燃料を節約する作業工程を省略しても費目別構成割合は実態調査とあまり変わらない。肥料や農薬などの直接的生産資材の大幅な節減は収量・エネルギー生産量の低下につながるので、これ以上大きなエネルギーの削減はできない。さらにエネルギーを削減するためには、高エネルギーの収穫専用機の多用途利用や共同利用などを図る必要がある。

おわりに

第1次オイルショック後のもっとも落ち込んだときでも光熱・動力の直接エネルギーだけで約3,400×10¹² kcal/年に需要があり、そのうち農林水産業は約85×10¹² kcal, 2.5%を占めた。これに生産以降の加工・流通部門を加えた食糧供給システム全体のエネルギー需要は251×10¹²と推計されている。

省エネルギー・省資源問題は、最近の原油輸入が順調なためか、あまり話題にならない。しかし、限りある化石エネルギーは、いつかは枯渇する。それに備えて農林業のもつエネルギー生産機能を確保しておかなくてはならない。エネルギー節減技術として土壌蓄積リン酸の活用、農産工場廃棄物の利用、作業の単純化、機械の汎用化などを検討しておく必要がある。農業機械の法定償却年数延長により新規導入を抑え、微粒化薬剤を開発する必要もある。

わが国で大規模に栽培される畑作物のなかで、てん菜、馬鈴薯はエネルギー生産量の多い作物であり、現在の加工システムから液体エネルギー生産に転換できると考えられる。これら作物の生産には堆厩肥の施用が効果的である。堆厩肥の運搬エネルギーを節約するため近隣地域ごとの堆厩肥生産、機械を含む利用システムの一層の合理化が必要である。

(北海道農業試験場 研究技術情報官)