

## 資源作物の生産特性の比較

### Comparison of Productivity Characteristics in Cultivation of Energy Crops

清水夏樹\*・柚山義人\*・山岡 賢\*・中村真人\*

SHIMIZU Natsuki, YUYAMA Yoshito, YAMAOKA Masaru and NAKAMURA Masato

#### 1. はじめに

再生可能なエネルギー生産や二酸化炭素排出削減の点から注目が集まっている資源作物の生産は、耕地の有効活用や新たな産業の創出など農村地域の活性化においても期待が大きい。資源作物には原料適性、高収量性に加えて、省力かつ低コスト、低環境負荷で生産可能なことが要求される。しかし、国内での資源作物の生産特性および栽培技術体系についての情報の蓄積は十分ではない。そこで本研究では、ソルガム及び多収量米の栽培事例において、使用した農業機械の燃料消費量、投入資材量・価格、労働時間等を調査した。また、国内で生産可能と考えられる資源作物の生産特性に関する文献調査から、上記栽培調査結果と併せ、経済性、営農に要する労力、エネルギー消費、環境負荷等の観点から生産特性の比較を行った。

#### 2. 調査の方法

##### (1) ソルガムの栽培調査

2007年5月～11月に千葉県香取郡多古町の畑で栽培した高糖分ソルゴー (FS501, 雪印種苗) について、生育ステージ毎に収量、糖分生産量を調査した。また、播種・追肥・圃場周辺の除草作業において使用した農業機械の燃料消費量、投入資材量・価格、労働時間を調査した。

##### (2) 多収量米の栽培調査

2007年度に千葉県香取郡多古町の水田で栽培した多収量米 (関東飼 226号) について、前年の秋耕～種子予措～田植え～収穫～籾すりまでの各作業において使用した農業機械の燃料消費量、投入資材量・価格、労働時間を調査した。

##### (3) 資源作物の生産特性調査

バイオエタノール、バイオディーゼル燃料の原料に適しており、国内で生産可能な作物の標準的な収量、のべ労働時間、生産費、生産時に投入した農業生産資材の種類・量、使用した農業機械の

燃料消費量、収穫物の成分等に関する情報を文献調査により収集した。

#### 3. 結果と考察

##### (1) ソルガム (高糖分ソルゴー, FS501)

ソルガム栽培では、糖のエタノール化を前提とした収穫作業体系 (長程のまま収穫し直ちに搾汁) は未確立であるため、飼料としての収穫体系を仮定して収穫作業に要する労働時間・農業機械燃料消費量を算出した (実際は粉碎・鋤込み)。10a 当たりの乾物収量は、乳熟期で 600kg (乾物率 19.2%)、完熟期で 756kg (同 25.3%) であった。また、茎搾汁の Brix は、完熟期で最大 18.0% であった。各作業における燃料消費、投入資材、労働時間は表 1 のとおりである。エネルギー消費の約 40% は運搬・移動に要したものであり、特にメタン発酵消化液を用いた施肥作業で運搬・移動に係るエネルギーと労働時間が多くの割合を占めた。

##### (2) 多収量米 (関東飼 226号)

多収量米栽培の各作業における燃料消費、投入資材、労働時間を表 2 に示す。メタン発酵消化液施用のための労力及び台風による倒伏部分収穫のための労力が大きく、通常の稲栽培よりも労働時間が大きい結果となった。倒伏部分を除いた 10a 当たりの収量は、地上部全体 (風乾) で 2,219kg、うち玄米収量は 784kg (乾物率 86.2%) であった。

##### (3) 資源作物の生産特性評価

以上の調査結果に加え、国内で生産可能な資源作物について収量と収穫物の成分を元にバイオ燃料の生産量を試算した (表 3)。栽培調査で高収量が得られた多収量米及び飼料用稲 (WCS 用品種から乾物収量の高いクサホナミを想定)、さとうきび、てんさいが、高いバイオ燃料生産性を有していた。また、各資源作物の栽培における直接・間接エネルギー消費を試算した結果、ha 当たりの栽培に係るエネルギー消費は、さとうきび・てん

さいで大きく、また生産燃料 1L 当たりのエネルギー消費では油糧作物及び飼料作物で大きい結果となった。さらに、生産燃料 1L 当たりの生産コスト(人件費を除く)を試算した結果、大豆及びひまわりの生産コストが他の資源作物を大きく上回った。資源作物 1ha 当たりの生産に係る労働時間より、単位労働力当たり生産可能なエネルギー(MJ 換算)を比較した結果、飼料用稲、飼料用トウ

モロコシ、なたね、原料用ばれいしょの労働生産性が高かった。栽培事例のソルガム及び多収量米は、労力が統計値に比べ多く必要であったため、労力当たり生産エネルギーは低い結果となった。

#### 4. おわりに

本稿の結果から、各資源作物の栽培技術体系の確立にあたって考慮すべき点(収量確保、省エネルギー、省力等)が明らかとなった。今後、燃料への

変換に係る前処理や変換段階でのロス、作物生産の地域差等に着目し、生産特性の評価の精度を高める必要がある。

本研究は文部科学省の平成 19 年度科学技術振興調整費による「バイオマス利活用システムの設計・評価手法」の一環として実施した。

表 1 ソルガム栽培の各作業における燃料消費、投入資材、労働時間

Table 1 Consumption of fuels, materials and labor in each work for the sorghum cultivation

作業内容	播種	追肥	草刈り	収穫(計算値)
作業日	2007.5.28	2007.7.12	2007.9	2007.11.16
作業機械	播種機	2トラクタ、ハイオカトラック、小型ホップ、ハイクリアー	草刈機	フォレージハーベスタ(2条)
資材名・資材量	ソルガム種子 1.19kg 軽油 6.87L	メタン発酵消化液 1250L カリウム 0.10L 軽油 1.05L	混合油 0.20L	軽油 12.60L
延べ労働時間	0.94時間人	4.25時間人(実作業のみ)注1)	1.00時間人	1.80時間人
運搬・移動に伴う燃料消費	軽油 1.50L	ハイオカ 0.68m <sup>3</sup> , ガソリン 5.74L	ガソリン 0.38L	ガソリン 0.60L

注 1) この他に山田バイオマスプラントからのメタン発酵消化液の運搬・移動に 4.83 時間人、準備後片付けに 3.17 時間人を要した。

表 2 多収量米栽培の各作業における燃料消費、投入資材、労働時間

Table 2 Consumption of fuels, materials and labor in each work for the high yield rice cultivation

作業内容	秋耕	あぜ塗り	種子予播・培土準備	播種	育苗管理	施肥	耕うん・砕土	代かき
作業日	2006.9.3	2007.3.2	2007.3.9~3.28	2007.3.28	2007.4.7~26	2007.3	2007.3.26, 4.4	2007.4.15
作業機械	トラクター、標準ロータリー	トラクター-GL27、あぜ塗り機	肥料混合機	電動播種機		バキュームタンク、トラクタ、小型ホップ	トラクター、標準ロータリー	トラクター、トラリアー
資材名・資材量	軽油 5.50L	軽油 1.83L	種籾 3.5kg, 消毒剤 150g, 希釈水 150L, 浸水用水 1.5t, 殺菌剤 125g, 電力 0.05kWh	育苗培土 84L, 被覆培土 100kg, 電力 0.09kWh		メタン発酵消化液 8.5t, ガソリン 0.55L	軽油 11.00L	軽油 5.50L
延べ労働時間	0.75時間人	0.25時間人	1.50時間人	0.50時間人	3.33時間人	10.00時間人	1.50時間人	0.75時間人
運搬・移動に伴う燃料消費	軽油 1.22L	軽油 1.22L				軽油 9.42L	軽油 2.44L	軽油 1.22L

(つづき)

作業内容	田植え	補植	除草剤散布	畦畔草刈り(2回)	水管理	稲刈り・脱穀	(稲の倒伏修正)	乾燥	初すり
作業日	2007.4.26	2007.4.28	2007.5.7	2007.5~8	2007.5~8	2007.10.6	2007.10.6	2007.10.6	2007.10.12
作業機械	田植機(兼用5条)、トラクタ、軽トラクタ			草刈機	軽トラクタ	兼用コンバイン、軽トラクタ、トラクタ	手作業	乾燥機	初すり機
資材名・資材量	殺菌剤 1kg, ガソリン 1.35L		除草剤 500cc	混合油 0.20L		軽油 15.00L		灯油 12.50L	電力 2.90kWh
延べ労働時間	3.50時間人	2.00時間人	0.50時間人	1.00時間人	8.33時間人	9.50時間人	8.00時間人	2.00時間人	3.00時間人
運搬・移動に伴う燃料消費	ガソリン 0.80L	ガソリン 0.31L	ガソリン 0.31L	ガソリン 0.31L	ガソリン 15.45L	ガソリン 1.10L			

表 3 資源作物の生産特性の比較

Table 3 Comparison of Productivity Characteristics in Cultivation of Energy Crops

(ha 当たり)

	資源作物名	原料成分/生産燃料	収量(乾物)(kg)	面積当たり燃料生産量(L)注1)	生産に係るエネルギー消費(MJ/ha)注2)	生産燃料1L当たりのエネルギー消費(MJ/L)	生産燃料1L当たりの生産コスト(円/L)注3)	労働時間当たりの生産エネルギー(MJ/時間人)注4)
文献値	さとうきび(夏植)	糖/エタノール	19300.6	5838.5	51680.5	8.85	98	965.53
	てんさい	糖/エタノール	13386.0	5679.9	44719.2	7.87	108	886.78
	原料用ばれいしょ	でんぷん/エタノール	8267.9	4860.7	36893.1	7.59	94	1347.32
	原料用かんしょ	でんぷん/エタノール	10641.2	5206.0	22063.0	4.24	73	479.69
	飼料用稲(玄米+稲わら+もみ殻)	玄米: でんぷん/エタノール 稲わら+もみ殻: セルロース/エタノール	18626.8	6538.6	20932.1	3.20	71	2555.50
	飼料用トウモロコシ	でんぷん/エタノール	2849.2	1111.2	34266.0	30.84	198	1600.60
	なたね	油脂/バイオディーゼル	2613.0	1741.4	20815.0	11.95	154	1408.95
	ひまわり	油脂/バイオディーゼル	1260.0	798.5	28164.1	35.27	418	593.57
	大豆	油脂/バイオディーゼル	1496.3	368.4	13648.1	37.04	870	143.54
	調査事例値	ソルガム(高糖分ソルゴ-糖利用)	糖/エタノール	7590.0	290.2	8287.0	28.55	122
ソルガム(高糖分ソルゴ-セルロース利用)		セルロース/エタノール	7590.0	2404.5	8287.0	3.45	15	705.71
多収量米(関東飼226号)		玄米: でんぷん/エタノール 稲わら+もみ殻: セルロース/エタノール	19806.4	7136.1	26293.1	3.68	35	296.65

注 1) エタノール生産量は、文献 1)より発酵・蒸留歩合を仮定した原単位からエタノール収率を求め、各成分に乗じて求めた。バイオディーゼル燃料生産量は、重量ベースで約 100%とした。注 2) 生産に係るエネルギー消費のうち、直接エネルギーは各燃料消費量に資源エネルギー(2002.2)による核燃料の標準発熱量を乗じて求めた。間接エネルギーは生産に要した農業生産資材量・価格と産業連関表による金額当たりエネルギー原単位(文献 2))から求めた。注 3) 生産コストには、全作物での支出項目が一致していないため、計上できなかった支出がある。例えば調査事例値では、主・副原料費及び燃料費のみ(飼料用米については水利費・土地改良費も含む)である。注 4) 生産エネルギーは、エタノール発熱量を 23.45MJ/L、バイオディーゼル燃料発熱量を 34.79MJ/L として計算した。

#### 【引用・参考文献】

- 1) 大聖泰弘・三井物産編(2004): 『バイオエタノール最前線』, 工業調査会
- 2) 農林水産技術情報協会(1996): 主要作物の作業体系におけるエネルギー消費原単位