

バイオ燃料作物スイートソルガム栽培における水・窒素収支 Water and Nitrogen Balance in the Field of Sweet Sorghum Cultivation for Bio Fuel

森直哉*, 吉田貢士*, 加藤亮*, 黒田久雄*

Naoya MORI, Koshi YOSHIDA, Tasuku KATO and Hisao KURODA

1. はじめに

農家の高齢化および農産物価格の低下に伴う耕作放棄地の増加が問題となっている。2008年の食糧価格の高騰は世界の多くの食糧輸入国に大きな影響を与え、日本国内においても来るべき時に備えて農地を農地として保全することが、食糧安全保障上重要な課題となる。そこで、手間のかからない作物を休耕地で栽培し、農地を保全しようとする試みが茨城大学において進められている。その中で、スイートソルガムは燃料作物として有望視されており、手間がかからない、食糧と競合しない、生長が早い(4ヶ月で草丈5mに達する)、糖含有率が高い、窒素吸収率が高いなどの特徴を有する。しかし、栽培の際は最小限の施肥が必要であり、栽培に伴う環境への栄養塩流出がどの程度あるかを把握し、適切な栽培計画を設定することが霞ヶ浦流域の水環境保全上重要となる。そこで本研究では、播種日や施肥量の異なる圃場において水収支・窒素収支を観測し、栽培条件毎の窒素負荷量を把握することを目的とした。

2. 対象圃場および観測項目

観測は茨城大学フィールドサイエンスセンター内の実験圃場で行った。栽培は播種日4タイプ(5/12), (5/21), (6/10), (7/1), 施肥量3タイプ(Table 1), 品種3タイプ(FS501, FS902, KCS105)の36通り, 各処理区は7m×10mで行われ, 本研究ではFS902品種の - B, C 圃場および - B, C 圃場で水・窒素収支の観測を行った。圃場は無灌漑である。

Table1. Fertilizer treatments

施肥区	基肥		追肥
	緩行性肥料	速効性肥料	速効性肥料
A区	9.0	3.0	0.0
B区	9.0	0.0	3.0
C区	9.0	0.0	0.0

観測項目は、温湿度・日射・風速等を Hobo の気象観測タワーにより、各圃場の地表面から5cm, 15cm, 25cm における地温・土壌水分をデカゴン社の5TEセンサーにより、圃場に4m塩ビパイプを挿入して浅層地下水位をHoboの圧力式水位計により1時間毎に計測した。作物生長については引き抜き調査により、根と地上部に分けて乾物重量・葉面積指数 LAI・長さ等を毎月計測した。地下水を毎週採水し、また5cm, 15cm, 25cm 層の土壌を毎月採土し土壌溶液を1:5抽出法により抽出し、全窒素 TN および無機態窒素濃度を計測した。降雨中の窒素濃度もイベント毎に計測を行った。Fig.1 に I - C 区における降雨量と地下水位の変化を、Fig.2 に各圃場における乾物重・LAI の変化を示す。

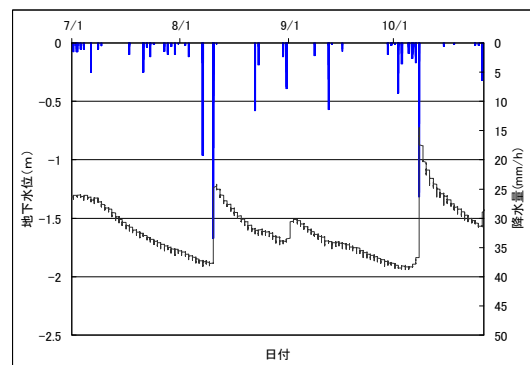


Fig.1 Rainfall and ground water level(- C)

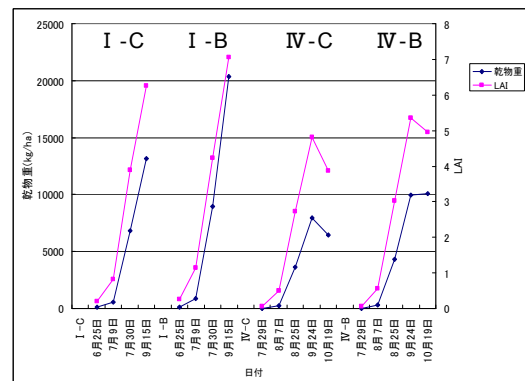


Fig.2 Dry matter weight and LAI change

[所属] *茨城大学農学部 Ibaraki University

[キーワード] 窒素流出, 流域管理, 栽培の最適化, 作物生長モデル

3. 水収支および窒素収支

観測データより各圃場の水収支・窒素収支を計算した。収支の計算期間は 7/23～10/26 である。水収支は根圏(0-30cm)とそれより地下部の 2 層に分けて、以下の式で表わされる。

$$(根圏) 土壌水分変化量 = 降雨量 - 蒸発散量 - 下方浸透量 - 表面流出 \quad (1)$$

$$(地下) 地下水位変化 = 下方浸透量 + 横流入量 - 横流出量 \quad (2)$$

圃場には排水路が存在しないため、表面流出量はゼロとした。窒素収支についても同様に根圏と地下部に分けて、以下の式で表現される。

$$(根圏) 土中窒素変化量 = 降雨窒素量 + 施肥量 - 植生吸収量 - 浸透窒素量 \quad (3)$$

$$(地下) 地下水中窒素量 = 浸透窒素量 + 流入窒素量 - 流出窒素量 \quad (4)$$

Fig.3 に圃場 - B における水収支・窒素収支の結果を示す。水収支ではインプットの降雨量のうち約 60%が蒸発散により失われ、約 25%が根圏より下方へと浸透した。土壌水分と地下水の増加分はそれぞれ蒸発散および流出となっておりいずれ失われる。窒素収支に関しては、施肥量がインプットの大部分を占め、アウトプットでは植生吸収が約 80%を占めた。土中窒素変化量については、施肥量に比べて十分に小さいことを考慮して、ここではゼロとして扱った。窒素の下方浸透に関しては、期間中の浸透水量が 100mm 程度、地下水までの深さが 2000mm であることを考慮すると地下水に到達するに

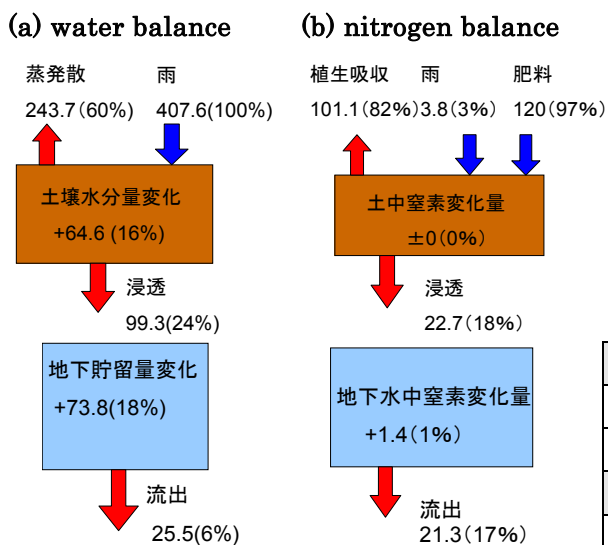


Fig3 (a)water balance(mm) and (b)nitrogen balance(kg/ha) in field - B

は約 1 年を要する。ただし、本研究では根圏より下方へ移動した窒素分は、(翌年度も同量の施肥が行われ)もはや栽培に利用されないことを鑑みて、いずれは環境負荷になると考え、地下水経由での流出負荷量として取り扱った。

4. 作物生長モデルによる栽培時期の検討

収支解析の結果より、スイートソルガムの窒素吸収率が非常に高く、気象条件からその吸収量が推定できれば環境への窒素負荷量を簡便に概算することが可能であることが分かった。そこでソルガムの生長を表現可能な作物モデルを構築し、播種日や施肥量の違いが環境負荷量に及ぼす影響を評価することとした。作物生長モデルは WEPP や SWAT など多くの水文モデルで利用されている Monteith (1977) の同化モデルを採用し、引き抜きによる実測値とのフィッティングによりパラメータ同定を行った。作物生長モデルのアウトプットは乾物重量であるため、窒素含有率 0.55% を乗じて作物吸収窒素量を計算し(清水ら 2009)、その他の窒素全ては環境負荷量としてここでは扱った。畑地においても脱窒が生じること、表面流出を考慮していないこともあり、この値は地下水経由での負荷量の最大値として取り扱う必要がある。結果を Table2 に示す。播種日に関しては 5/12 播種が最も窒素吸収率が高く、それに伴い負荷流出量も最小となる結果であった。吸収率は C 区と比べて施肥量の多い B 区で高い結果となったが環境負荷量も同様に大きくなるため栽培法の検討の際は注意を要する。

謝辞：本研究は環境省地球環境研究総合推進費「バイオ燃料農業生産を基盤とした持続型地域社会モデルに関する研究」の支援により行った。ここに記して感謝の意を表す。

Table 2 Evaluation of seeding date and fertilizer treatment on nitrogen uptake or nitrogen load to downstream environment

施肥区 C	I (5/12)	II (5/21)	III (6/10)	IV (7/1)
窒素吸収率(%)	86.03	62.96	60.28	74.55
環境負荷量 (kg/ha)	13.20	34.99	37.52	24.04
施肥区 B	I (5/12)	II (5/21)	III (6/10)	IV (7/1)
窒素吸収率(%)	87.71	67.10	64.72	77.48
環境負荷量 (kg/ha)	15.30	40.95	43.91	28.03