

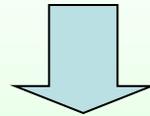
バイオ燃料農業生産を基盤とした 持続型地域社会モデル

【E-0905】

茨城大学農学部

目的

- 非食料作物スィートソルガムを利用する**オンサイト型**エネルギーシステムのプロトタイプ開発
- 土地利用が高度利用(モザイク化)されている**地域**への、**オンサイトシステム**の有効性を評価



日本型燃料作物導入による新たな
地域循環システム(**茨城モデル**)の提案

スイートソルガムとサトウキビとの比較

	生育期間	生育地域	総生体重	エタノール収量
スイートソルガム (2007~2011)	4~5ヶ月	熱帯~寒冷地 (日本国内ではほぼ全域)	71~77 Ton / ha	3.4~4.4 ton/ha (4.4~5.7 kL/ha)
サトウキビ	12~18ヶ月	熱帯・亜熱帯	60~90 Ton / ha	3.1~5.5 ton/ha (4~7 kL/ha)

- サトウキビと同等以上のエタノール生産力
 - 生育期間が短く、生育地域が広い
- ☞ サトウキビより有利！！

耕作放棄地問題への対応

表 全国の耕作放棄地面積(農林水産省 2009)。

緑	黄	赤
軽度 ←		→ 重度
人力・農業用機械で草刈り・耕起・抜根・整地を行うことにより耕作することが可能な土地	草刈り・耕起・抜根・整地では耕作することはできないが、基盤整備を実施して農業利用すべき土地	森林化・原野化している等、農地に復元して利用することが不可能な土地(農地に復元するための物理的な条件整備が著しく困難な場合等)
82,000 ha	67,000 ha	135,000 ha
全体 284,000 ha		

茨城県は緑の面積が全国1位(5,248ha)。



耕作をやめた農地の面積が、最近になっても全国で一番多い。
ただ、元の農地に回復させる可能性はある。

本研究の概要

2009

2010

2011

2012~

テーマ1: 食料経済リスク低減型燃料作物の開発・栽培

栽培実験開始
高次倍数体作成
共生菌株分離

耕種基準の作成
優良倍数体選抜
共生機構の解析

耕種基準の評価
高糖含量系統評価
土壌修復評価

他地域への応用

テーマ2: 農地オンサイト型バイオ燃料生産システムの開発

糖の定性・定量解析
搾かすの有効利用
ブタノール生産菌の分離

エタノール生成条件
飼料化とサイレイージ搾りかす分解性評価
ブタノール生産菌の育種

プラント設計データ整備
搾りかす分解性評価

モデルプラントの実証

テーマ3: 食料安全保障とバイオ燃料生産の両立を図る農業システム解析

物質フローについての
データベースの構築
環境負荷データ収集
流域モデルデータベース
の構築

システム評価プロトタイプの
構築
圃場モデルによる環境負荷分
析
流域モデルによる環境負荷分
析

地域システムの環境分析
マテリアルフロー分析
LCAシステムの持続的
管理シナリオの検討

実践シナリオの評価
国別オンサイト
システムの導入評価
GHG削減効果の
地域別・国別分析

耕作放棄地での栽培

耕作放棄地



除草作業



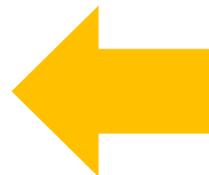
整地後



播種



全国: 28万ha
茨城: 8,984ha



スイートソルガムの順調な生育



食料経済リスク低減型燃料作物の開発・栽培



1. 糖の安定多収の栽培制御研究

イネ科植物であるスイートソルガムの栽培管理方法を検討し、効率的安定生産技術を確立した。

2. 高次倍数体の開発

アルコール原料となる糖の含量が増大したスイートソルガムの育種技術を開発した。

3. 共生菌を用いた安定生産技術の開発

スイートソルガムに共生し栄養供給の働きを担う菌類を用いた生産性向上法を開発した。

多収量品種の選抜

供試品種名	タイプ	早晩性
ビッグシュガーソルゴー	ソルゴー型	晩生
風立	ソルゴー型, 短稈, 耐倒伏性	極晩生
高糖分ソルゴー	ソルゴー型	中生～晩生
スーパーシュガー	ソルゴー型	中生～晩生
クミアイソルガムハチミツ	ソルゴー型	中生～晩生
甘味ソルゴー	ソルゴー型	中生～晩生
SIL-05	ソルゴー型, 自殖品種	中生～晩生
高消化ソルゴー	ソルゴー型, BMR系統	中生
ゴールドソルゴーⅡ	ソルゴー型	早生～中生
ミニソルゴー	子実型	早生
BMRスイート	スーダン型, BMR系統	中生
シュガースリム	スーダングラス	早生～中生 ⁸

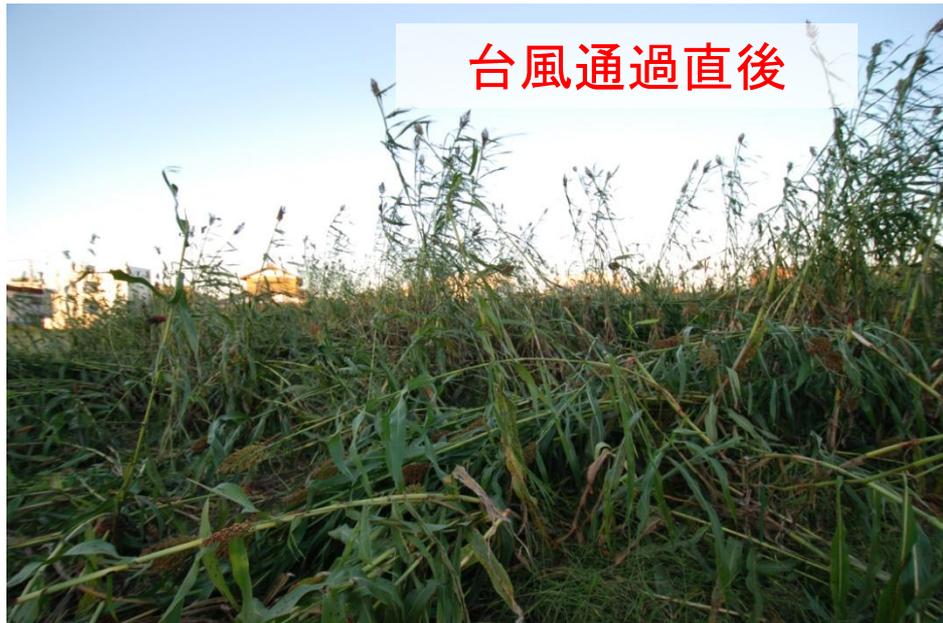
多収量品種の選抜

品種	播種から 収穫まで日数	最大糖収量 (理論値)	最大糖度	最大乾物収量
スーパーシュガー	161日	5.0 t/ ha	15.4%	25.0 t /ha
クミアイソルガムハチミツ	158日	5.1 t/ ha	11.6%	34.0 t /ha
甘味ソルゴ	160日	5.1 t/ ha	13.6%	27.7 t /ha

- **スーパーシュガー**、**クミアイソルガムハチミツ**、**甘味ソルゴ**が有望.
- これらの品種は、**出穂期**、**草丈**、**伸長節間数**など形質が類似していた.

スイートソルガムの課題

台風通過直後



台風通過10日後



2009年台風18号

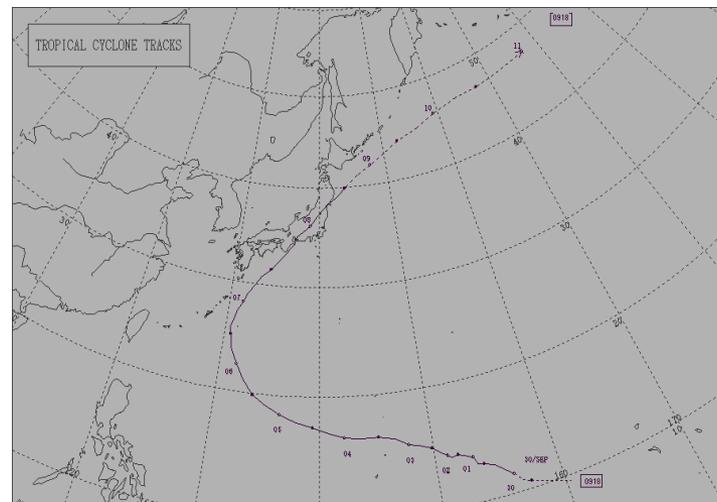


図 台風18号の経路 (日本気象協会)

茨城県通過: 2009年10月8日

最低気圧: 910 hPa

最大風速: 55 ms⁻¹

Category: 5 (スーパータイフーン)

スイートソルガムの課題

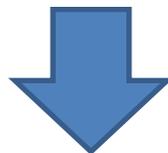
台風通過3日後の茎糖収量

Variety	Year	Stem sugar yeild		2009/2008(%)
		g plant ⁻¹	kg ha ⁻¹	
FS501	2008	41.4	3451.2	79.6
	2009	33.0 *	2748.2 *	
FS902	2008	49.0	4084.6	51.3
	2009	25.2 **	2096.3 **	
KCS105	2008	36.7	3057.5	118.2
	2009	43.4 ns	3614.1 ns	

*, **: Significant at 5% and 1% level according to *t*-test between growing years, respectively.
ns: not significant.

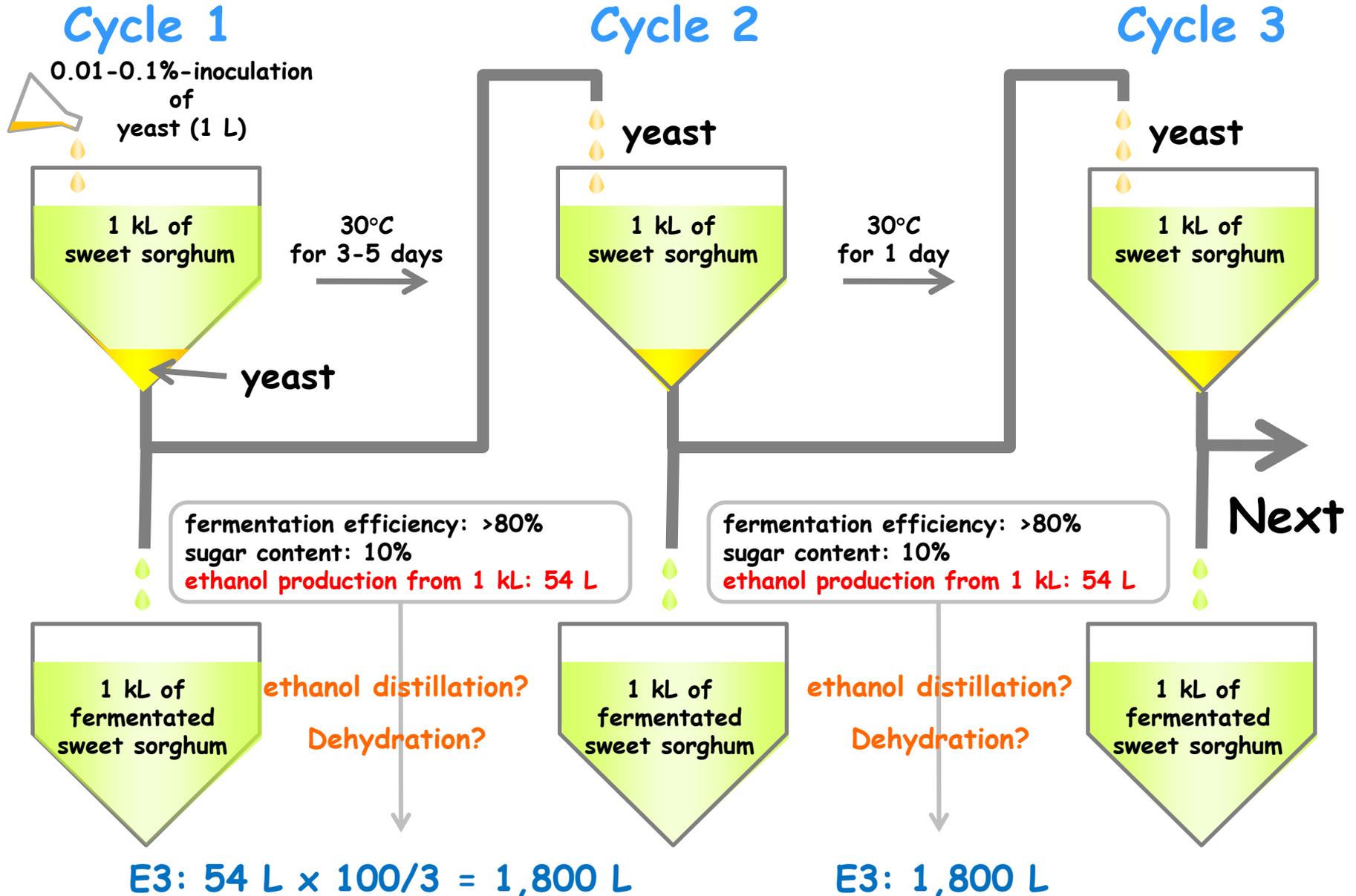
- 品種により, 減収量が大きく異なる.
- KCS105の糖収量は前年度と同程度かむしろ多かった.

農地オンサイト型バイオ燃料生産システムの開発

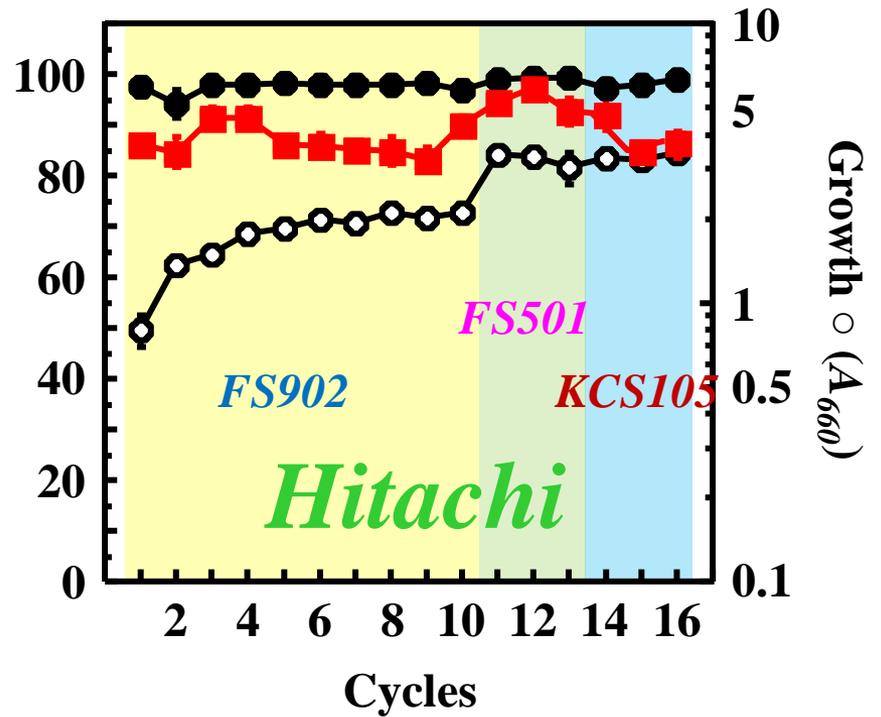
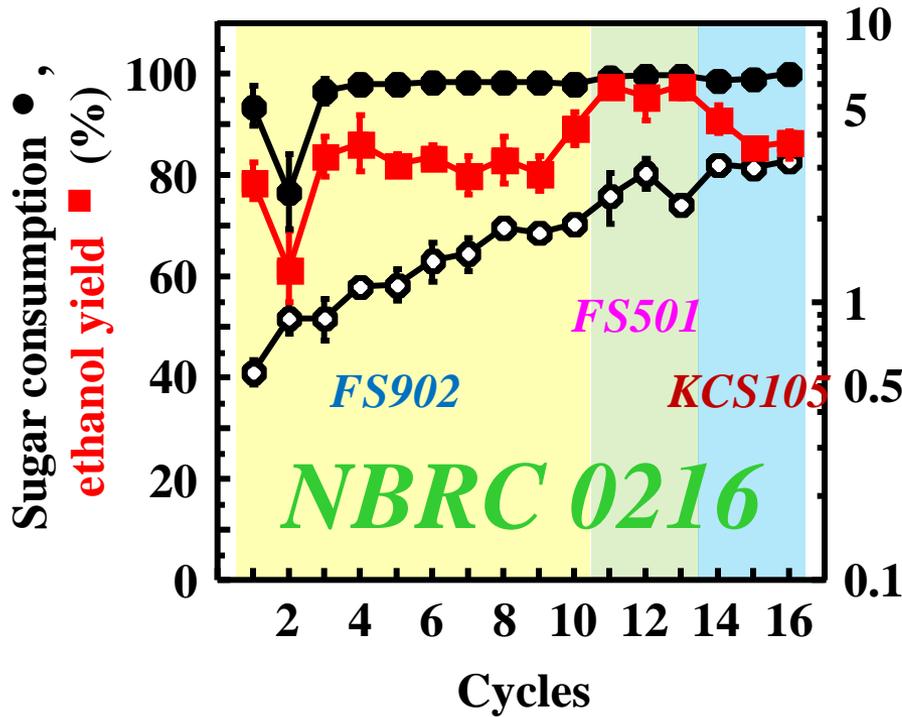


1. 効率的なエタノール生産系の確立
清酒酵母を用いた繰返し発酵により触媒コストを低減。
2. 搾かす残渣の飼料化の確立
搾かすの家畜飼料化とサイレージ化。
3. 次世代バイオ燃料の開発
新規なブタノール生産菌の分離。

酵母の繰返し利用による直接発酵



清酒酵母の再利用によるアルコール生産



本学のエタノール製造研究設備



搾汁機



発酵装置



蒸留装置



精製装置

第3G: 持続型地域社会に向けて 耕作放棄地を中心としたスイートソルガム栽培

(1) 地域レベルにおける持続性

- 1) 地域レベルでのLCA評価
- 2) スイートソルガムの農家への導入

(2) 流域レベルにおける持続性

- ・環境負荷のモデルシミュレーション

(3) 圃場レベルにおける持続性

- ・物質収支のモニタリング

LCA・経済評価

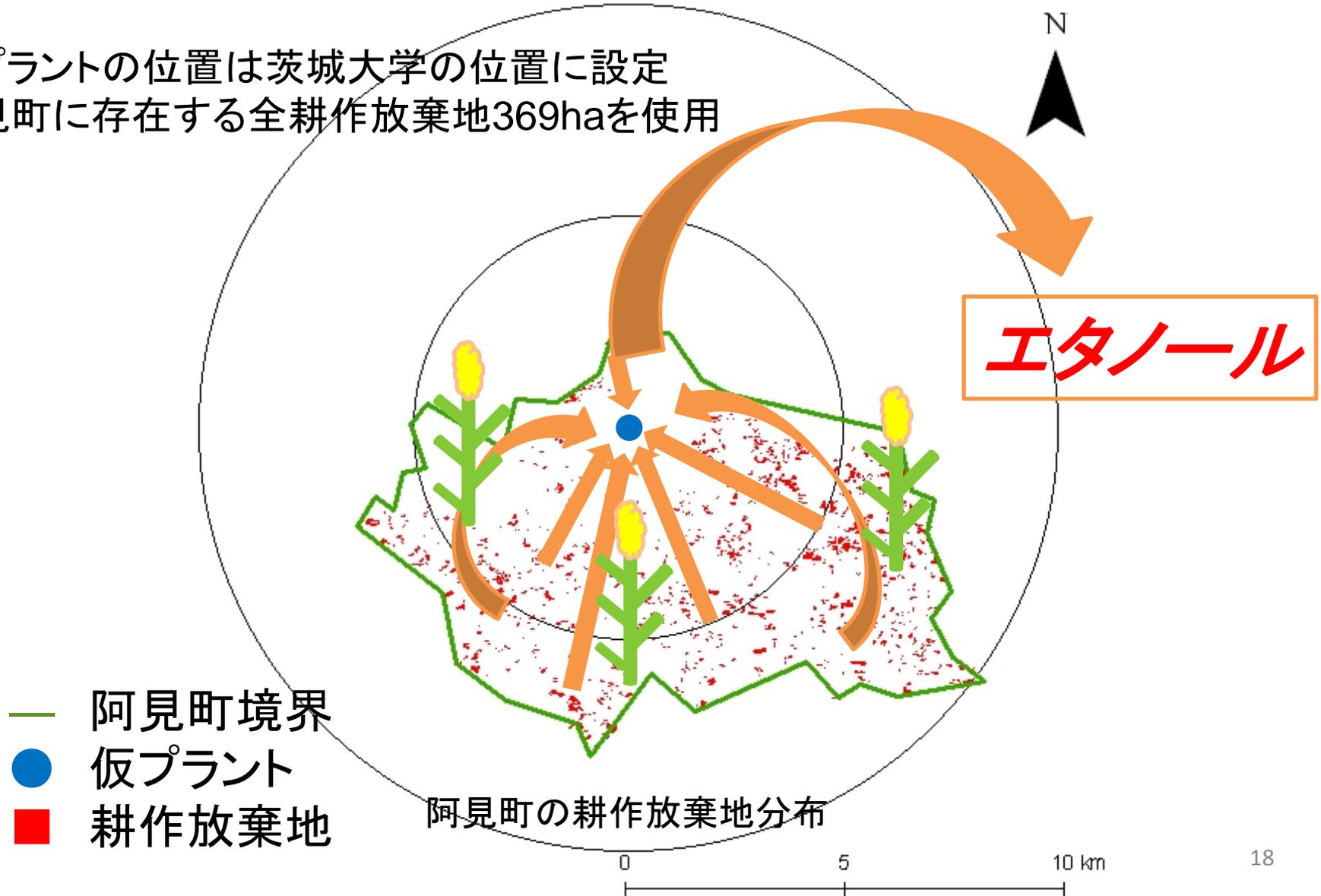
目的: 耕作放棄地で栽培したスイートソルガムを原料とするバイオエタノール生産システムについて、エネルギー収支・CO₂削減効果および経済評価を行う

阿見町モデル

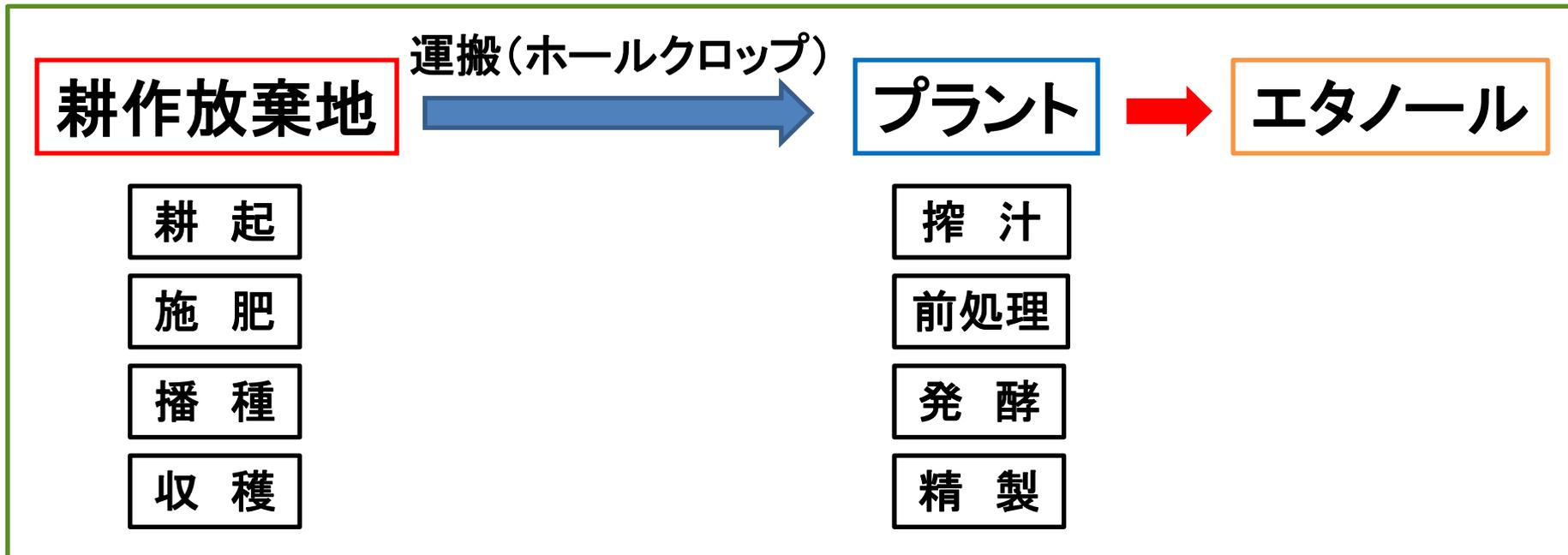
1. エネルギー収支・CO₂排出削減効果の試算
2. エタノール生産コストの試算

阿見町モデル

- ・仮プラントの位置は茨城大学の位置に設定
- ・阿見町に存在する全耕作放棄地369haを使用



エネルギー収支, CO₂収支のLCA



燃料使用
燃料製造
機械製造
肥料製造

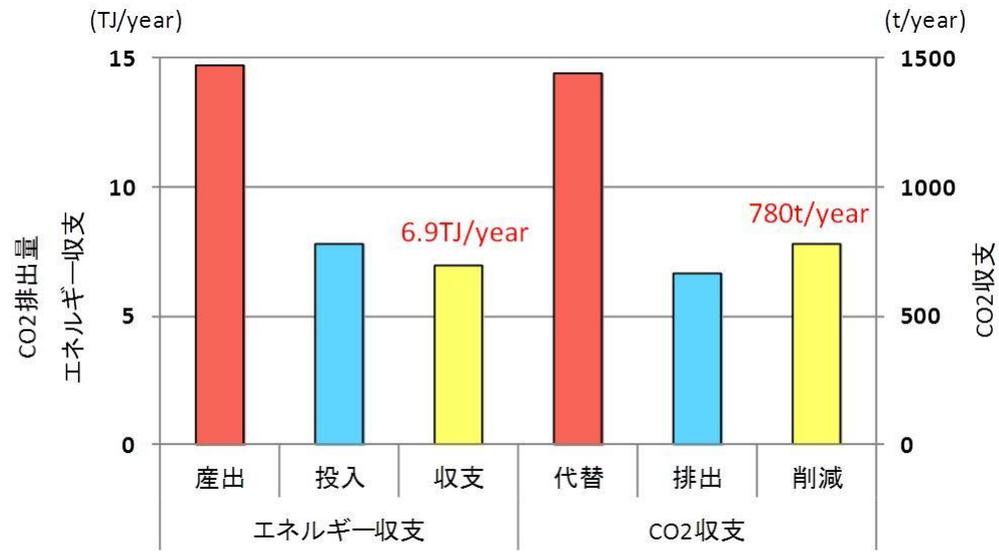
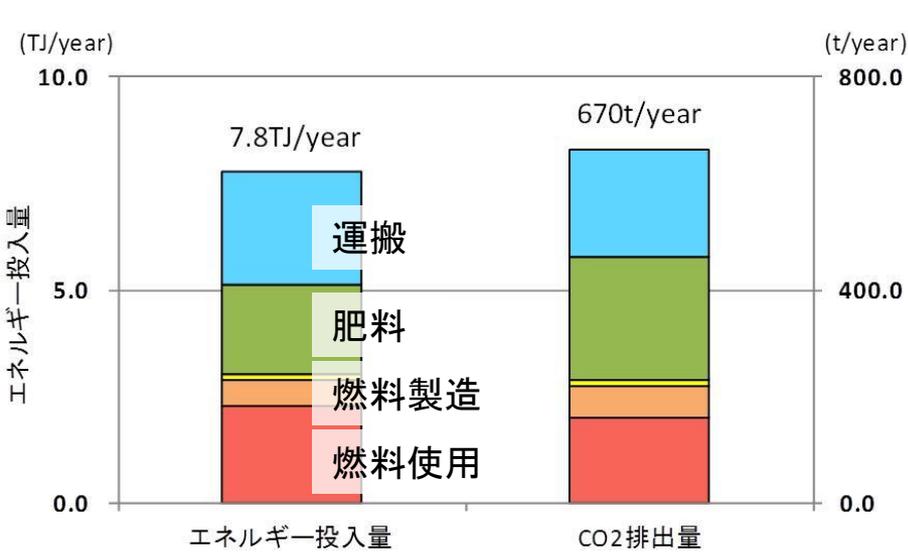
運搬に使用される
燃料使用
燃料製造

プラントエネルギー
は**バガスの燃焼**
によりまかなう

エタノール燃焼
から得られる
エネルギー

各プロセスでのエネルギー投入量, CO₂排出量を算出する

阿見町モデルのLCAおよびCO₂収支

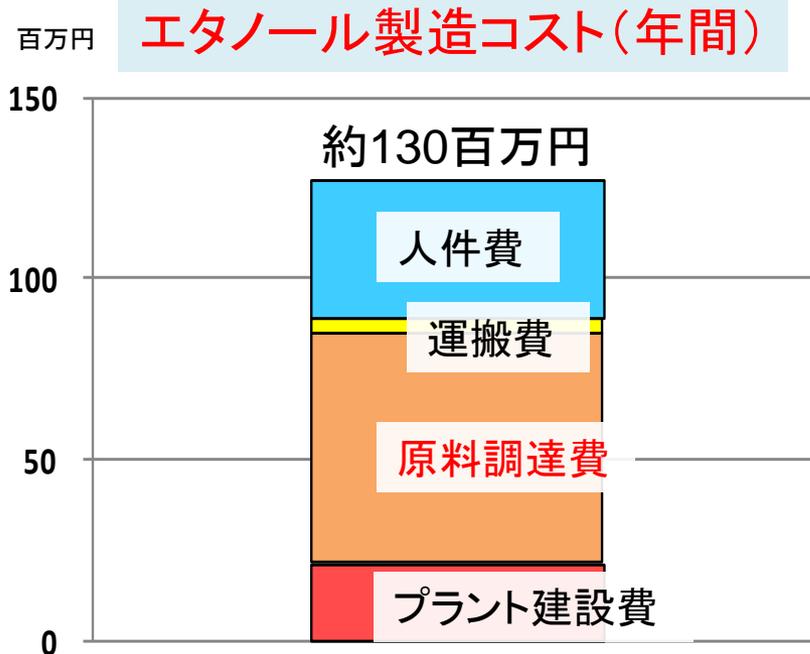
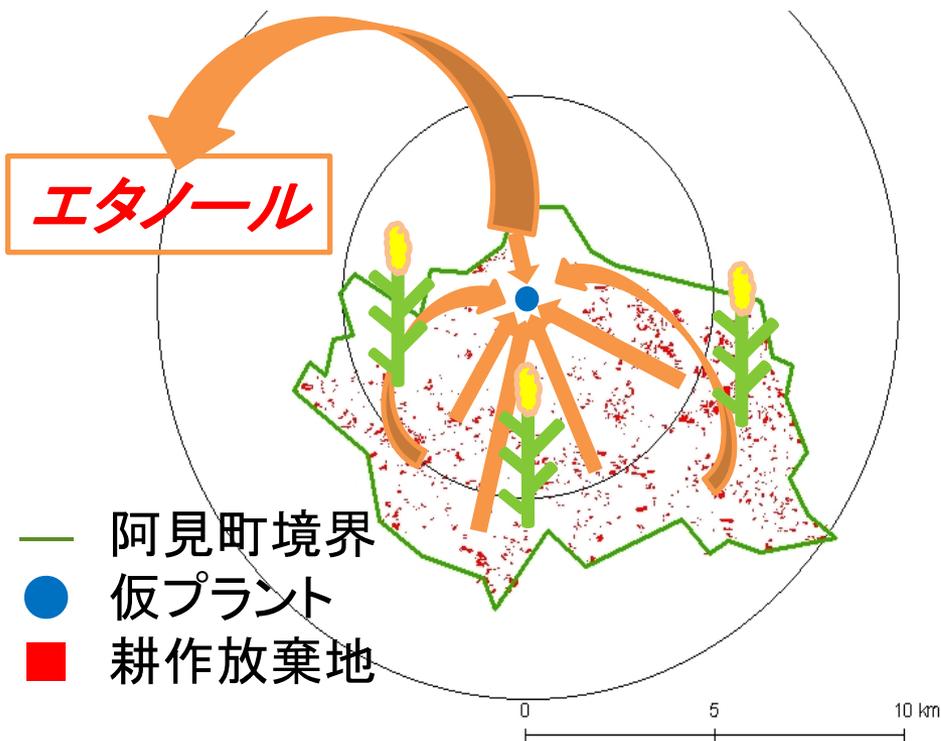


- 運搬エネルギーが最大で2.6TJ/year
→ 耕作放棄地の場所・配置が影響
- 肥料・燃料によるエネルギー投入量, CO₂排出量が大きい
→ 施肥量の最適化・栽培方法の省力化により削減可

- エネルギー収支はプラス, CO₂削減効果もある
- エネルギー産出投入比: 1.9
(=産出エネルギー/投入エネルギー)
しかし、実用的には3以上が必要
→ 施肥・農薬等の削減・生産システムの改善が必要

阿見町モデルのコスト計算結果

仮プラントの位置を茨城大学の位置に設定。
阿見町に存在する全耕作放棄地369haを使用。



- ・1L当たりの製造コスト: **184.2円**
(エタノール価格の採算ライン: 46円/L(小林, 2010))
- ・**原料調達費**(栽培に要する費用)が大きい

●現在の栽培形態では製造コストは高い

→社会展開をはかるには、**栽培費用の低減**が必要

→**栽培パッケージモデル**の開発(低投入持続的栽培方法)

茨城県モデル

プラント数	代表半径 (km)	プラント処理能力(kL)	プラント建設費 (定額、17年償却) (百万円)	運搬費 (百万円)	人件費 (百万円)	エタノール生産額 (原料費抜き) (円/L)	ソルガム購入費 (百万円)	合計 (百万円)	エタノール生産額 (原料費込み) (円/L)
1	43.0	24093	255	599	38	37.0	361-1,806	1,254-2,699	52-112
2	30.4	12047	314	424	77	33.8	361-1,806	1,176-2,620	49-109
3	24.8	8031	354	346	116	33.9	361-1,806	1,177-2,622	49-109
4	21.5	6023	386	300	154	34.9	361-1,806	1,201-2,646	50-110
5	19.2	4819	413	268	193	36.2	361-1,806	1,234-2,679	51-111

ソルガム購入費を1,000～5,000円/1 tonと仮定した場合、

ソルガム栽培とプラントスケールを拡大するとエタノール生産額を低減可能

!!!

今後の展開

《エネルギー収支はプラス,CO₂削減効果がある》

・エネルギー投入の内訳では**農作業燃料・投入肥料**が大きい

《製造コストからみて,採算性は低い》

・**原料費(栽培に要する費用)**が大きい



地域性を考慮したシナリオ設定



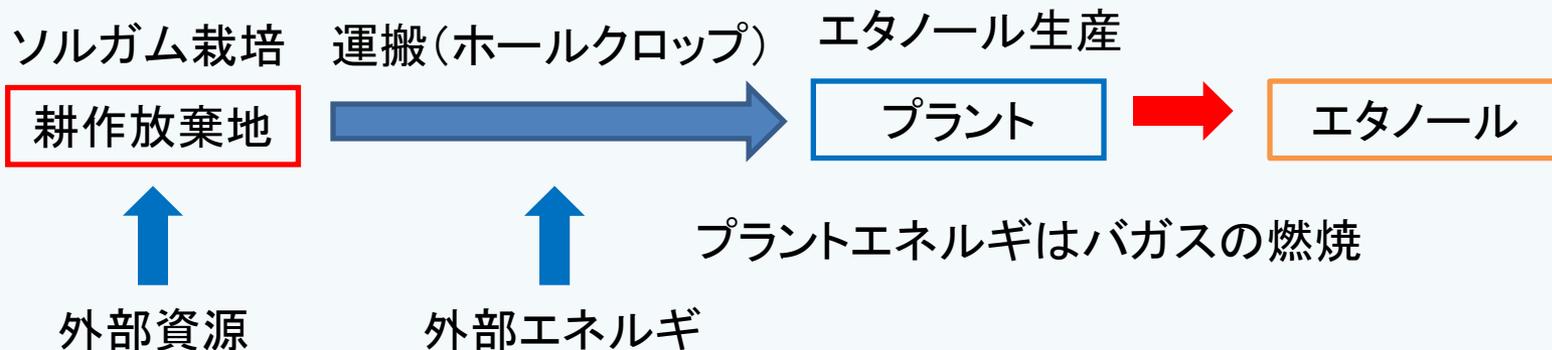
畜産との連携(堆肥・飼料)を組み込んだシナリオ



地域性(分布)を考慮

今後の展開：想定シナリオ

・阿見町モデル



・耕畜連携

