

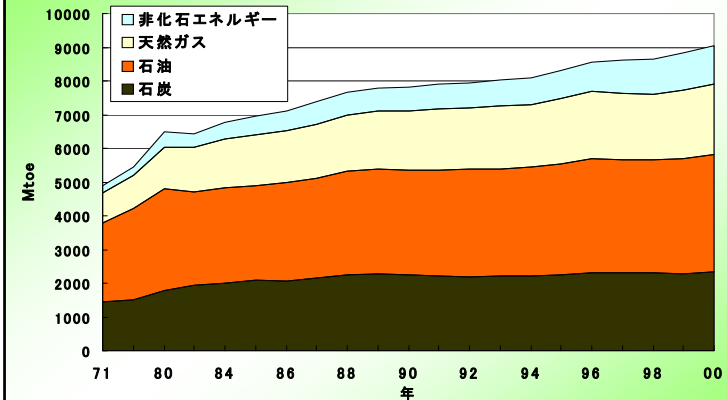
環境調和型複合材料の 社会受容性評価

指導教官：高橋 淳 助教授

システム創成学科
環境・エネルギーシステムコース
20722 浅井 聡子

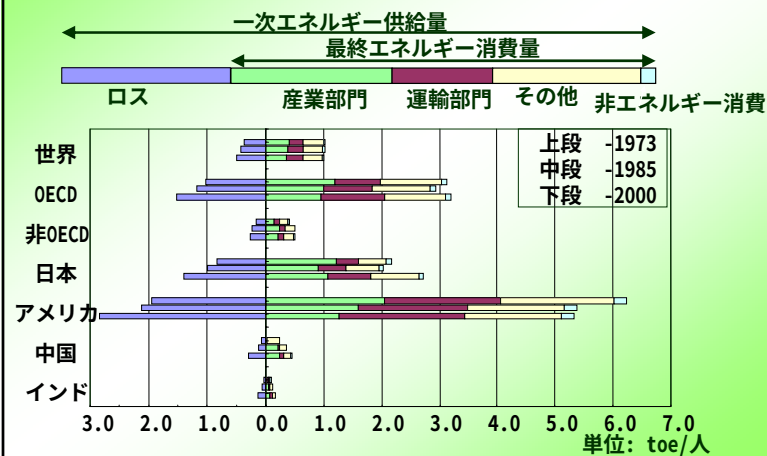
背景

世界の一次エネルギー消費



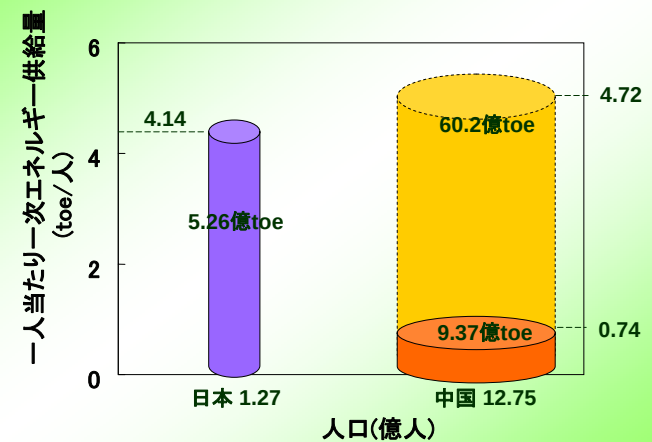
背景

各国の一人当たりエネルギー消費



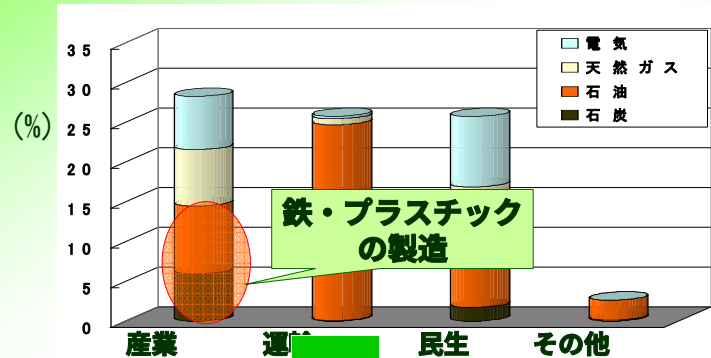
背景

非OECDの一人当たりエネルギー消費増加に伴う問題



背景

どうやってエネルギー消費量を減らすか？



素材自体を替えることでエネルギー削減

目標: 素材を替える事で持続可能な社会を実現する。

1. 再生可能資源由来の、
ケナフ繊維束強化ポリ乳酸樹脂を開発

2. その素材は本当に持続可能な
素材か検証

3. 素材を世に普及させる方策を提言

持続可能な社会

1. ケナフ繊維束強化 ポリ乳酸樹脂とは

ケナフ繊維束強化ポリ乳酸樹脂とは

ケナフ繊維束強化ポリ乳酸樹脂



ケナフ繊維束強化ポリ乳酸樹脂

ケナフ繊維束強化ポリ乳酸樹脂とは

ポリ乳酸(PLA)

植物由来の生分解性プラスチック

植物中のデンプン

↓ 酵素分解

糖質

↓ 乳酸発酵

乳酸

↓ 重合

ポリ乳酸



ケナフ繊維束強化ポリ乳酸樹脂とは

ケナフ



松下電工ホームページより

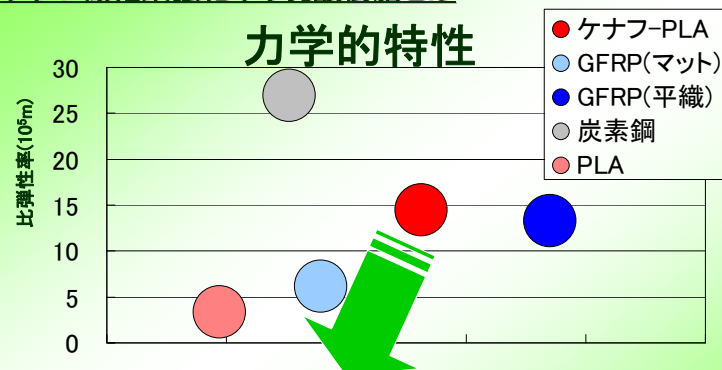
・アオイ科フヨウ属の
一年草

・繊維作物として熱帯から
温帯にかけて古くから栽培

- ・非木材紙の原料として近年注目
- ・光合成能力に優れ二酸化炭素の吸収量が多い
- ・繁殖力旺盛なので痩せた土地でも栽培可能

ケナフ繊維束強化ポリ乳酸樹脂とは

力学的特性



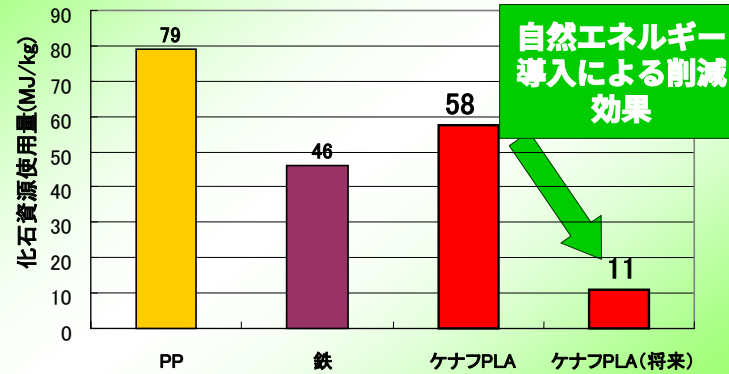
使用量・形状の工夫次第で
既存の素材の代替となり得る

2. 真に持続可能な 素材なのか？

- ① 化石資源使用量
- ② 二酸化炭素排出量
- ③ 供給持続性
- ④ 廃棄処理

① 化石資源使用量

既存素材との化石資源使用量の比較



② 二酸化炭素排出量

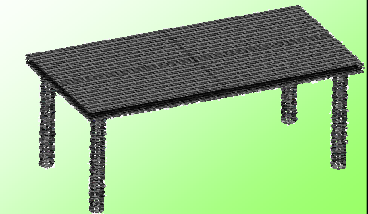
— ケナフ繊維束強化ポリ乳酸樹脂製の
机のライフサイクルアセスメント —

＜機能単位と基準フロー＞

- W1800mm×D900mm×H700mmの事務用机一台
- 重さ5kg（うちKNFRP 4kg）
- KNFRPの繊維含有率 $I_f=40\%$

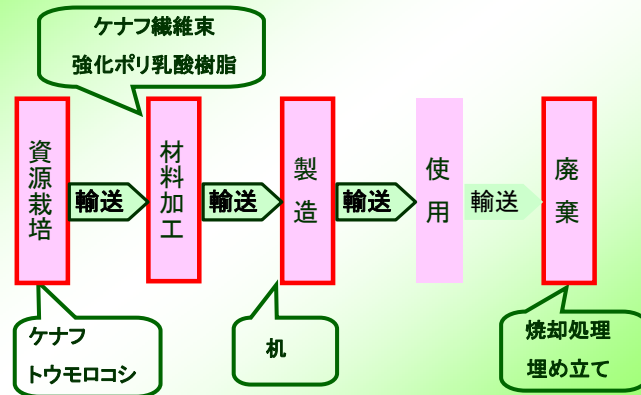
＜環境負荷項目＞

- 二酸化炭素排出量



② 二酸化炭素排出量

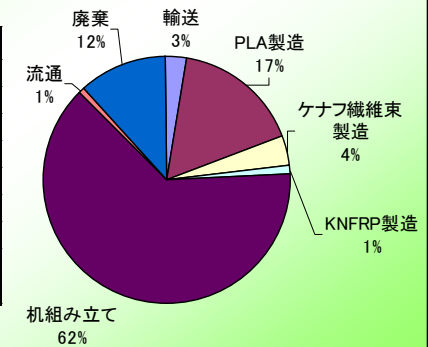
— ケナフ繊維束強化ポリ乳酸樹脂製の
机のライフサイクルアセスメント —



② 二酸化炭素排出量

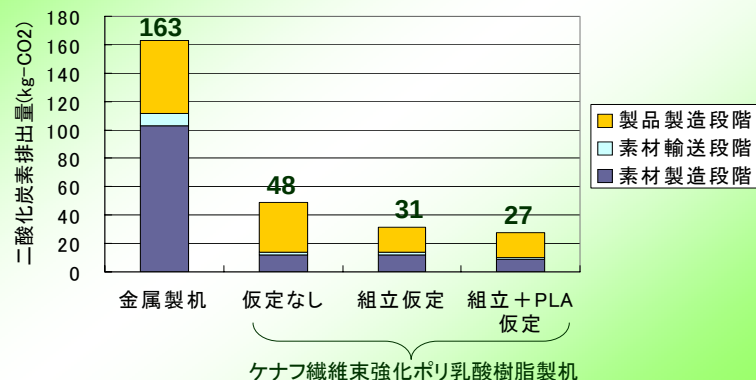
— ケナフ繊維束強化ポリ乳酸樹脂製の
机のライフサイクルアセスメント —

	kg-CO ₂ /台
二酸化炭素固定	-7.55
輸送	1.61
PLA製造	9.20
ケナフ繊維束製造	2.10
KNFRP製造	0.76
机組み立て	35.06
流通	0.42
廃棄	6.48
計	48.06



② 二酸化炭素排出量

— ケナフ繊維束強化ポリ乳酸樹脂製の机と
金属製機の比較 —



② 二酸化炭素排出量

— ケナフ繊維束強化ポリ乳酸樹脂で鉄を代替した場合
の日本のCO₂削減効果の試算 —

国内普通鉄鋼材年間生産量の1割(800万t)を
ケナフ繊維束強化ポリ乳酸樹脂で代替

●比強度 KNFRP : 鉄 = 10 : 6

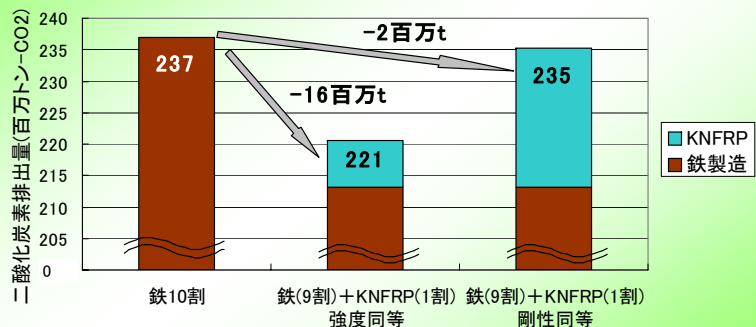
→ 鉄 800万t を KNFRP 480万tで代替

●比弾性率 KNFRP : 鉄 = 10 : 18

→ 鉄 800万t を KNFRP 1,440万tで代替

② 二酸化炭素排出量

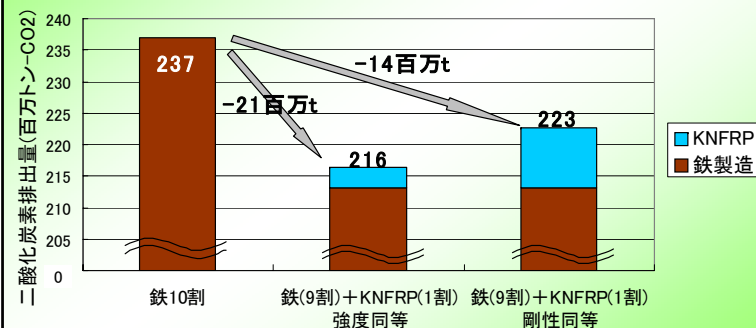
— ケナフ繊維束強化ポリ乳酸樹脂で鉄を代替した場合
の日本のCO₂削減効果の試算 —



日本のCO₂排出量の0.13～1.4%を削減可能

② 二酸化炭素排出量

— ケナフ繊維束強化ポリ乳酸樹脂で鉄を代替した場合
の日本のCO₂削減効果の試算 (将来) —



日本のCO₂排出量の1.2～1.7%を削減可能

③ 供給持続性

植物資源	世界収量 億トン/年	糖質理論収率 %	糖質換算量 億トン/年	ポリ乳酸 億トン/年
小麦	5.83	60	3.50	2.38
トウモロコシ	6.00	60	3.60	2.45
米	5.96	60	3.58	2.43
馬鈴薯	2.94	15	0.44	0.30
キャッサバ	トウモロコシ残渣: 6.0億t → 糖質: 3.2億t			
サツマ	米残渣: 4.7億t → 糖質: 2.6億t			
サトウ				
ビート				
合	ポリ乳酸: 3.8億t			

④ 廃棄処理

・生分解性

→ 廃棄物処理場を
ひっ迫する恐れがない

・植物由来

→ 炭素循環が行われているので、
一方的に大気中の二酸化炭素量
を増やすことがない

- ① 化石資源使用量 → 将来的に少なくなる
- ② CO₂排出量 → 少ない
- ③ 供給持続性 → ある
- ④ 廃棄処理 → 廃棄時に問題は起こらない

持続可能な素材である。

3. 素材を普及させる方策

普及のための条件とは？

普及への方策

アンケート調査概要

普及させる条件を導くため、アンケート調査を行った

- ・標本誤差を5%以内に抑える
 - 目標サンプル数 600程度
(実際に集まった回答数は585)
- ・ケナフ繊維束強化ポリ乳酸樹脂でできた製品の価格を問う
- ・環境知識・環境意識を問う
 - サンプルを、環境知識レベルで4つの層に分類

普及への方策

アンケート調査結果

	全体平均 回答価格(円)	従来製品 に対する 割合	最も知識のある 層の 平均回答価格 (円)	従来製品 に対する 割合
ボールペン	160	106.9%	165	109.7%
机	10,399	104.0%	11,192	111.9%
PC	145,977	97.3%	150,898	100.6%
ハンガー	472	94.4%	506	101.2%

従来製品と同等の価格でなければ買わない

環境に関する知識があると若干高額でも買う

普及への方策

素材を普及させるための方策

- ・環境教育
- ・環境ラベルタイプⅢの規格化
- ・助成金
- ・炭素関連税

など

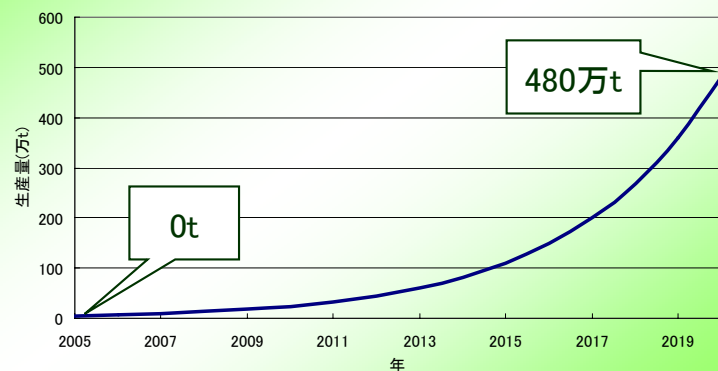
普及への方策

一 価格を従来製品と同等にするには一 助成金制度の導入

2020年にケナフ繊維束強化ポリ乳酸樹脂が
年間480万t生産されることを目標として
試算する。

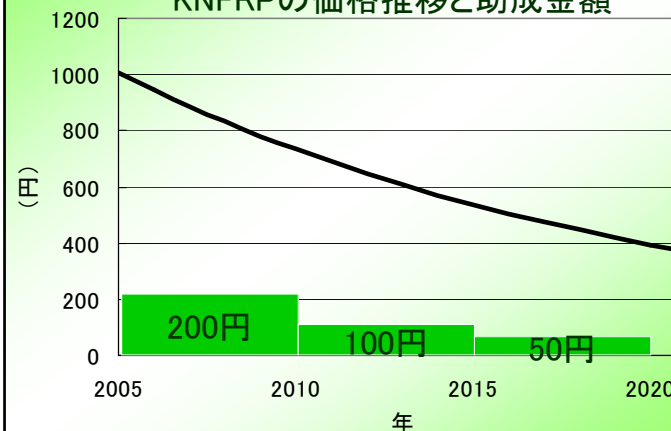
普及への方策

— 助成金制度の導入 —
KNFRPの生産量推移



普及への方策

— 助成金制度の導入 —
KNFRPの価格推移と助成金額



普及への方策

— 助成金制度の導入 —

2005～2020年の助成金の総額
約1兆2,184億円

炭素税が炭素排出1t-Cあたり3,000円の場合の
年間炭素税収の約7.7%に相当

普及への方策

助成金制度の導入

普及

価格面で従来素材と同等になり、
市場競争力を持つ

鉄を代替したとすると、
国内二酸化炭素排出量の約1.2～1.7%が削減できる

結論

- ・ 持続可能な素材であることが確認された
- ・ 素材を世に普及させる方策を提言した



持続可能な社会へ

終

3. 素材を普及させる

KNFRP生産量・価格の予測

	KNFRP	ポリ乳酸	ケナフ
2005年		20万t, 450円/kg	10万t, 600円/kg
2010年		70～74万t	
2020年	480万t	2,000～2,200万t	1,000万t, 150円/kg
収束値		150円	

ポリ乳酸の価格に関して、生産量が3,000万tで150円/kgとなり、以後価格一定と仮定。

助成金の試算

生産量の推移 —ロジスティック関数—

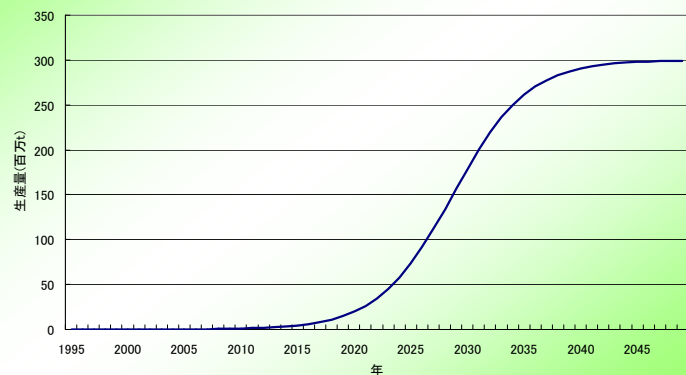
普及予測には下記のロジスティック関数を用いた

$$Y(t) = \frac{\chi}{1 + (\chi - 1)e^{-\mu(t - \tau_0)}}$$

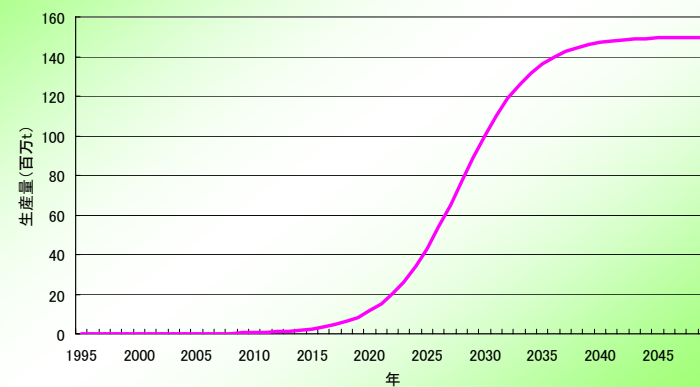
Y:生産量 t:年 χ :飽和生产量

μ :普及速度に対応したパラメータ τ_0 :普及開始年

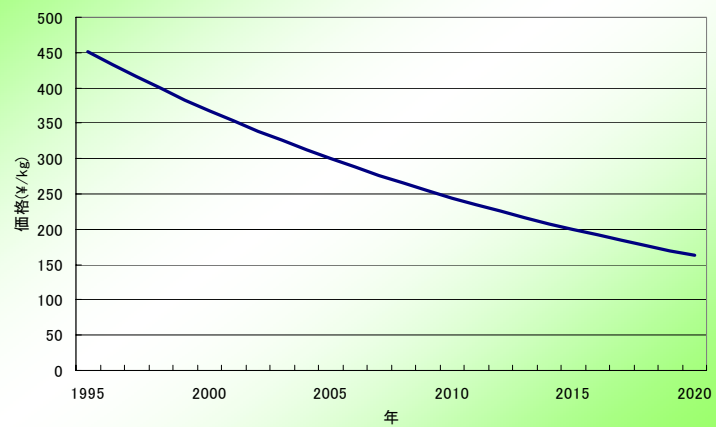
助成金の試算 ポリ乳酸生産量の推移



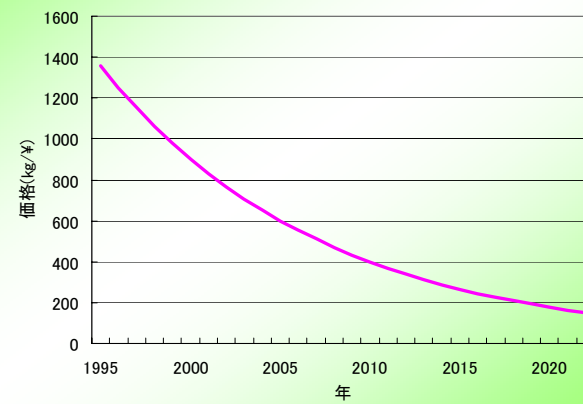
助成金の試算 ケナフ生産量推移



助成金の試算 ポリ乳酸価格の推移

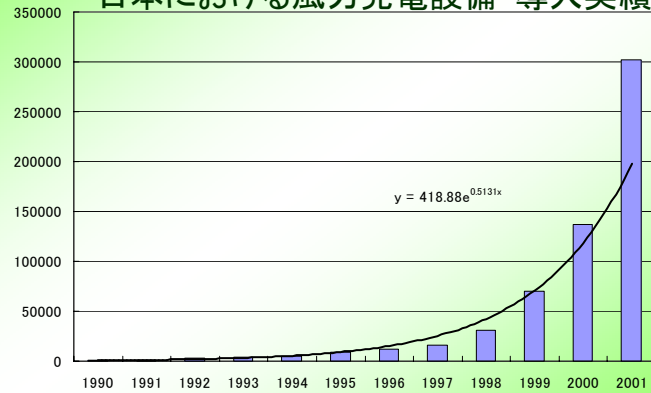


助成金の試算 ケナフ価格推移



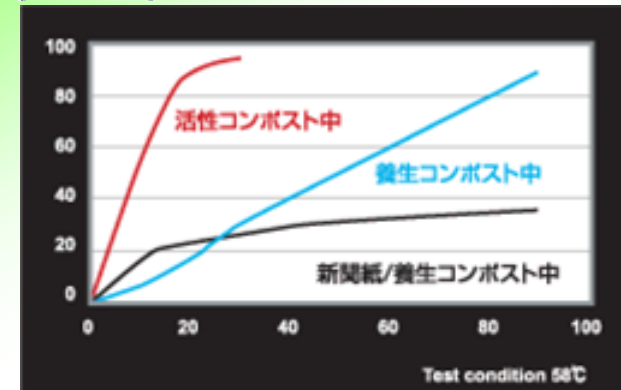
なぜ指数近似か？

日本における風力発電設備・導入実績



ポリ乳酸樹脂の分解

■ ポリ乳酸のコンポスト中での分解曲線 (ISO14855)



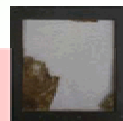
ポリ乳酸樹脂の分解

■ LACEAの分解性 (海中浸漬試験)

〔試験条件〕
試料: LACEA (100 μm厚)
埋設: 固相水層 (深30cm)



試験開始時



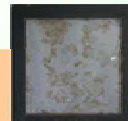
3年後

■ LACEAの分解性 (土中埋設試験)

〔試験条件〕
試料: LACEA (100 μm厚)
埋設: 国内野外地 (深さ3~10cm)



試験開始時



3年後



5年後

出典: 三井化学

供給能力について

ケナフ

- ・ 砂漠化面積: 6万km²/年
- ・ ケナフ繊維収量: 536t/km²/年
- ・ ケナフ繊維収穫高: 3216万t/年

全てケナフ繊維束強化ポリ乳酸樹脂に使用する場合・・・

ケナフ繊維束強化ポリ乳酸樹脂: 約9000万t

