



# 「非可食バイオマスを原料としたアミノ酸のLCA」

## Life cycle assessment of amino acid as raw material of non-edible biomass

○中村恵治<sup>1)</sup> 名取洋司<sup>2)</sup> 川端真紀<sup>3)</sup> 伊坪徳宏<sup>1)</sup>  
 OKeiji Nakamura<sup>1)</sup> Yoji Natori<sup>2)</sup> Maki Kawabata<sup>3)</sup> Norihiro Itsubo<sup>1)</sup>  
 1) 東京都市大学 2) 国際教養大学 3) 株式会社イースクエア  
 1) Tokyo City University 2) Akita International University. 3) E-Square Inc.

### 1 背景

#### 社会・環境面

##### 想定

世界人口は、第二次世界大戦後に年1%強で増え続け2017年は76億人になり、**2050年ごろには推定98億人**になる。人口増加に合わせた食糧生産量は、2007年と比較して**2050年には60%増加**する必要がある。

##### 現状

農作物由来のCO2排出量は全排出量の25%程度を占める。農作物由来の淡水取水量は全体の70%程度を占める

##### 危惧

食糧需要に合わせて農作物生産を増やすため、森林伐採による農地開拓という土地利用変化が起こる場合、さらなる気候変動や水不足が懸念される。よって森林伐採による土地利用変化の抑制が必要である。

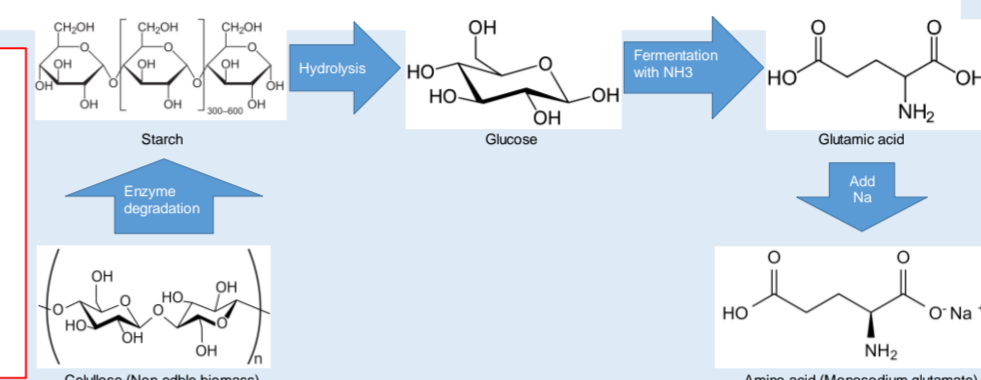
##### 目指す姿

現状廃棄されている非可食バイオマスを食糧として利用することができれば、有効な解決策として期待される。

#### 技術面

非可食バイオマス≒セルロース=グルコース(糖)重合体。セルロースを分解してグルコースとし、バイオ燃料やプラスチック原料とする研究は盛んである。人体構成の20%を占めるタンパク質は、20種類のアミノ酸で構成されている。よってアミノ酸は、必要な摂取要素の一つ(タンパク源)である。現在のアミノ酸は、農作物であるサトウキビ・キャッサバなどを基にした糖源(グルコース)を原料として発酵法により効率的に生産されている。今後も続く人口増加により食糧不足が深刻になれば、発酵法で効率的に生産されているアミノ酸の原材料確保も難しくなると予想される。この対応として、非可食バイオマス中のセルロースを分解して糖にする技術が研究・開発されている。

現状廃棄されている非可食バイオマスを食資源として活用できれば、気候変動や水不足を起こさずに食糧生産をすることが期待できる。非可食バイオマス→デンプンを加水分解→グルコース→発酵法でアミノ酸を生産する概略イメージを示す。



#### 先行研究

非可食バイオマス活用の前処理技術(粉碎ほか)や非可食バイオマス燃料が化石燃料などよりLC-CO2が低い報告がある。果物やサトウキビなどについて、農法(肥料や農薬の種類や量)の違いによる環境影響をシングルクライテリアで評価する先行研究は多くある。

畜産物ポークの生産システムをマルチクライテリア(気候変動と富栄養化)で評価している論文のみ。農作物の副産物で廃棄されている非可食バイオマスを食糧とすることで環境負荷低減を提案するLCAの先行研究はない。

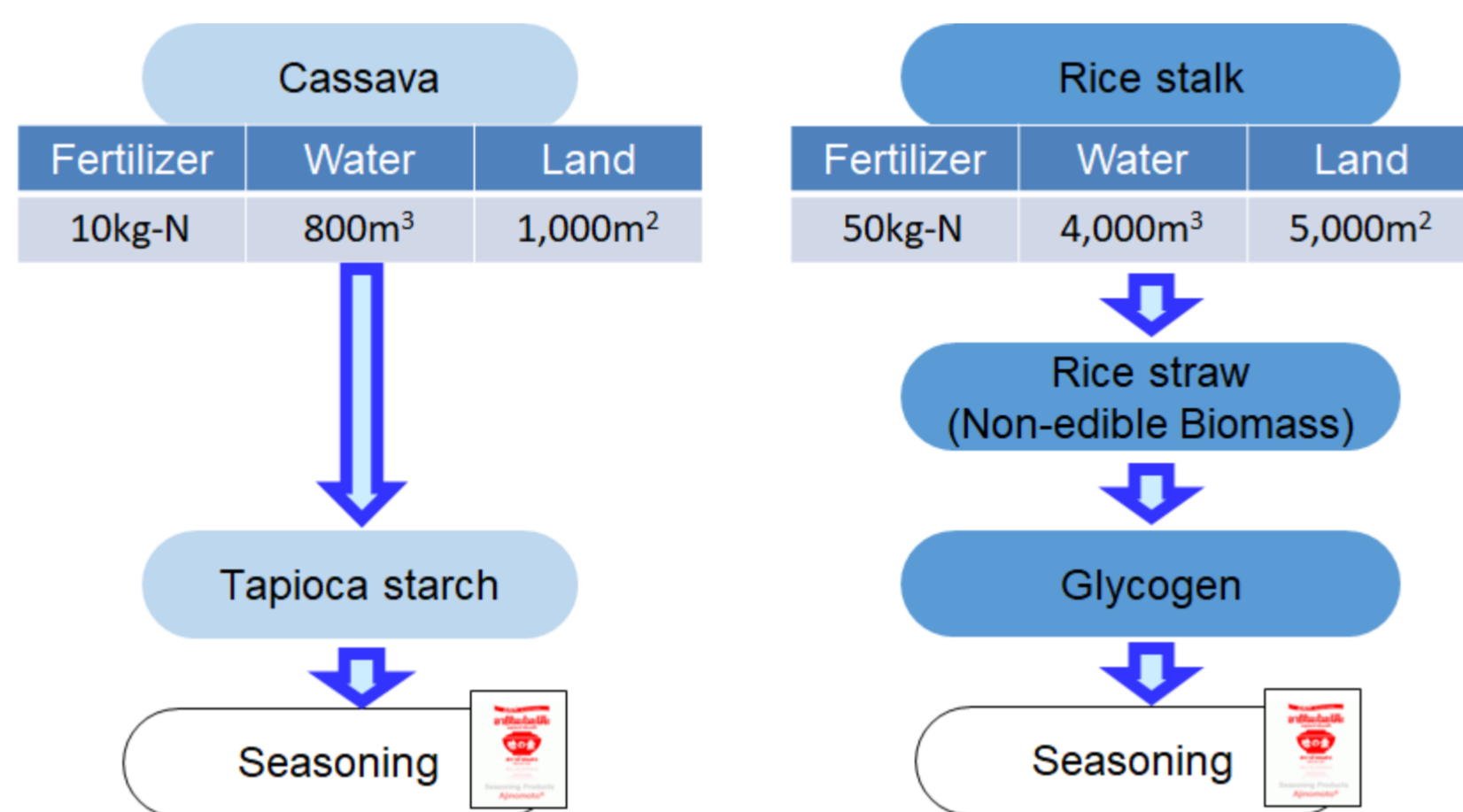
### 2 研究目的

非可食バイオマスを分解した原料から食糧を生産する場合と、  
 現行の可食物を原料とした食糧生産について、  
 ライフサイクルアセスメントをベースにGHG排出と水消費量と土地利用のマルチクライテリアで比較評価

### 3 研究方法(算定)

#### 評価対象

- ✓ 現行タイで一般的であるキャッサバからとれる食用タピオカスターチを糖化した原料の場合
- ✓ 非可食バイオマス(タイで廃棄されている稲わら)を分解・糖化した原料からグルタミン酸ナトリウムを発酵生産する場合



#### システム境界

Current	Agricultural Farm	Pre Production	Production
Input	Water, Fertilizer, Agricultural	Fuel, Electricity	Main raw material, MSG, Sodium source
Output	Cassava	Tapioch starch	MSG
Input	Water, Fertilizer, Agricultural	Straw, Enzyme, Electricity	Main raw material, Glycogen, Sodium source
Output	Rice stalk	Glycogen	MSG

#### 算定式

$$CFP = \sum_s \sum_l (\text{物質のCO}_2\text{原単位})_{i,s} \times (\text{物質の投入量})_{i,s}$$

$$WFP(r_a, r_i, r_u) = \sum_s \sum_l (\text{物質の水消費or富栄養化の原単位 } r_a \text{ or } r_i \text{ or } r_u)_{i,s} \times (\text{物質の投入量})_{i,s} \times (\text{地域特性化係数 } r_a \text{ or } r_i \text{ or } r_u)_{i,s}$$

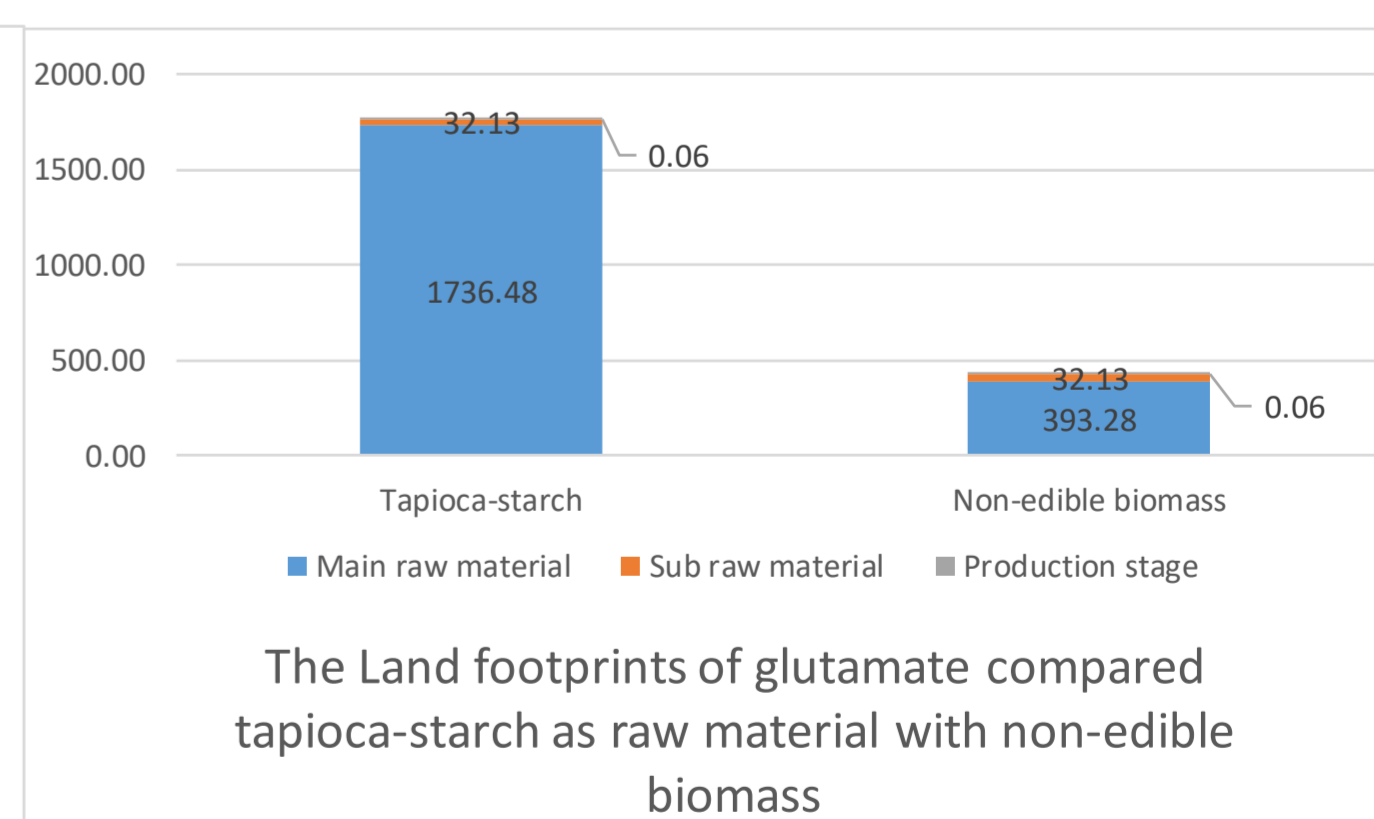
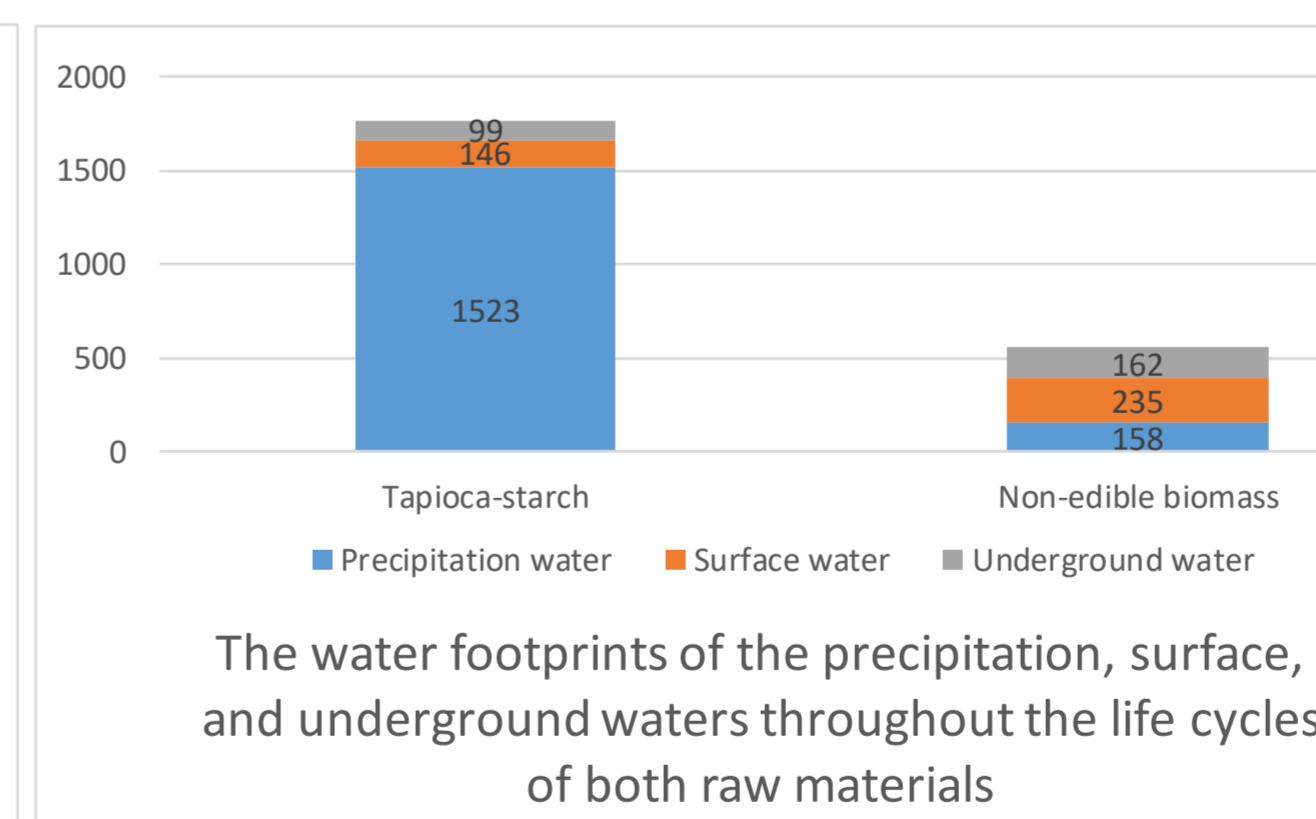
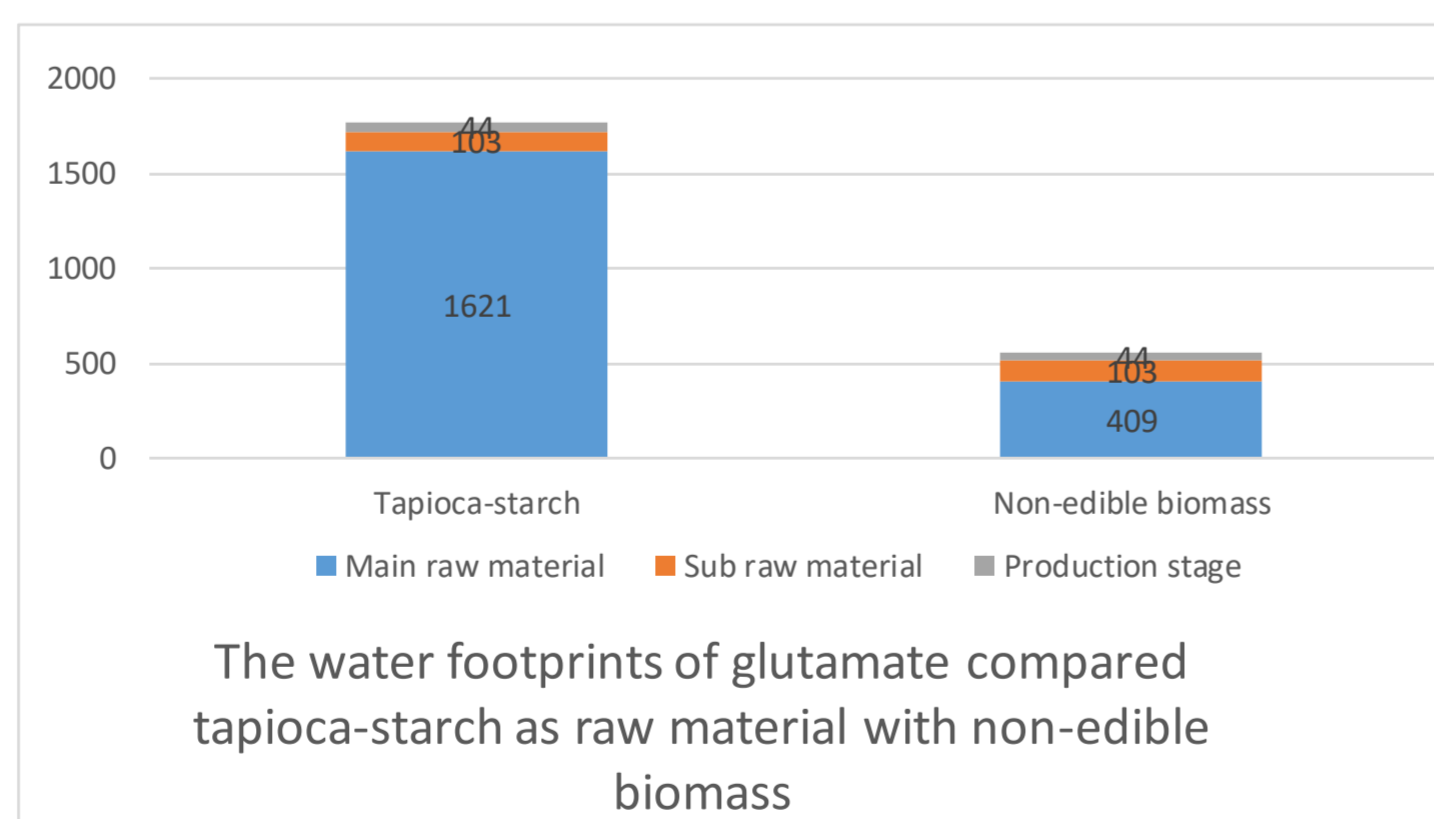
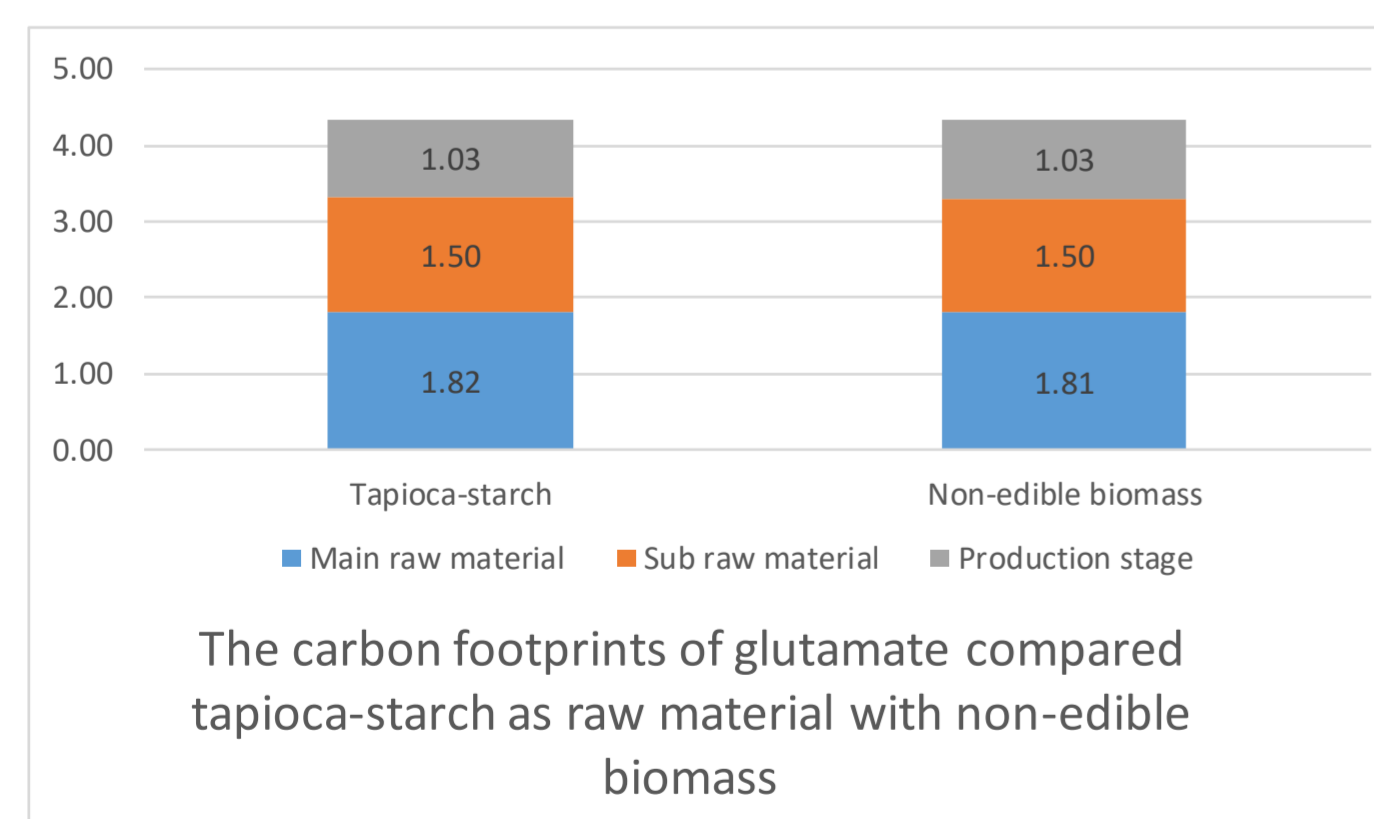
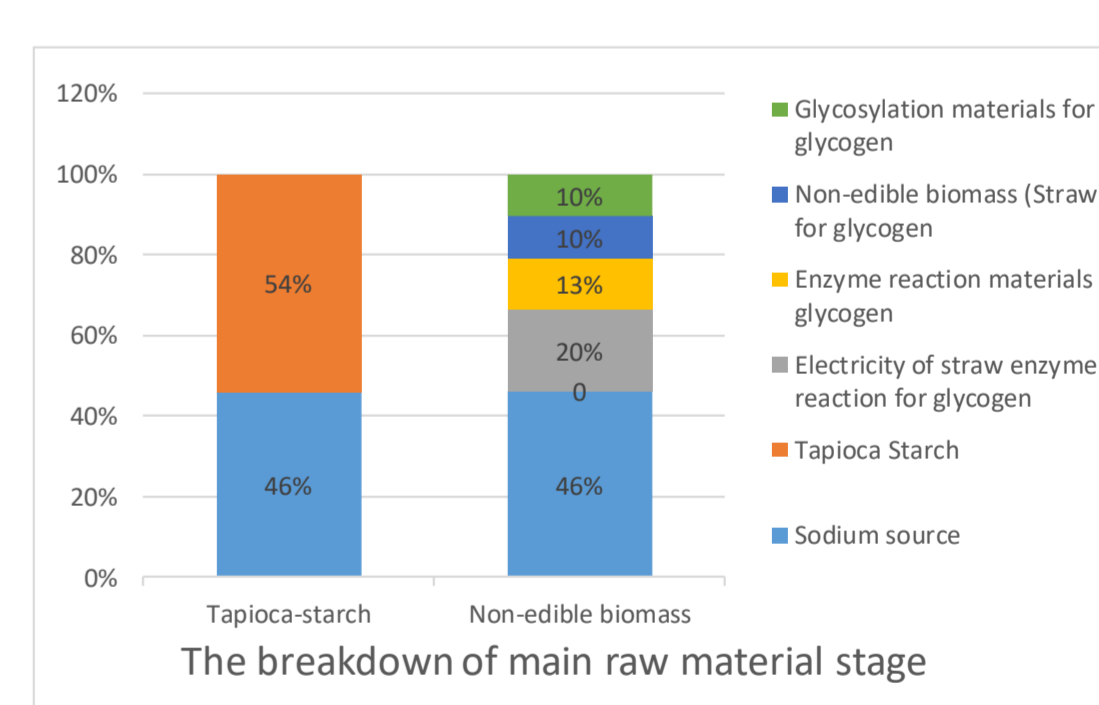
$$LFP = \sum_s \sum_l (\text{物質の土地利用原単位})_{i,s} \times (\text{物質の投入量})_{i,s}$$

#### 定義

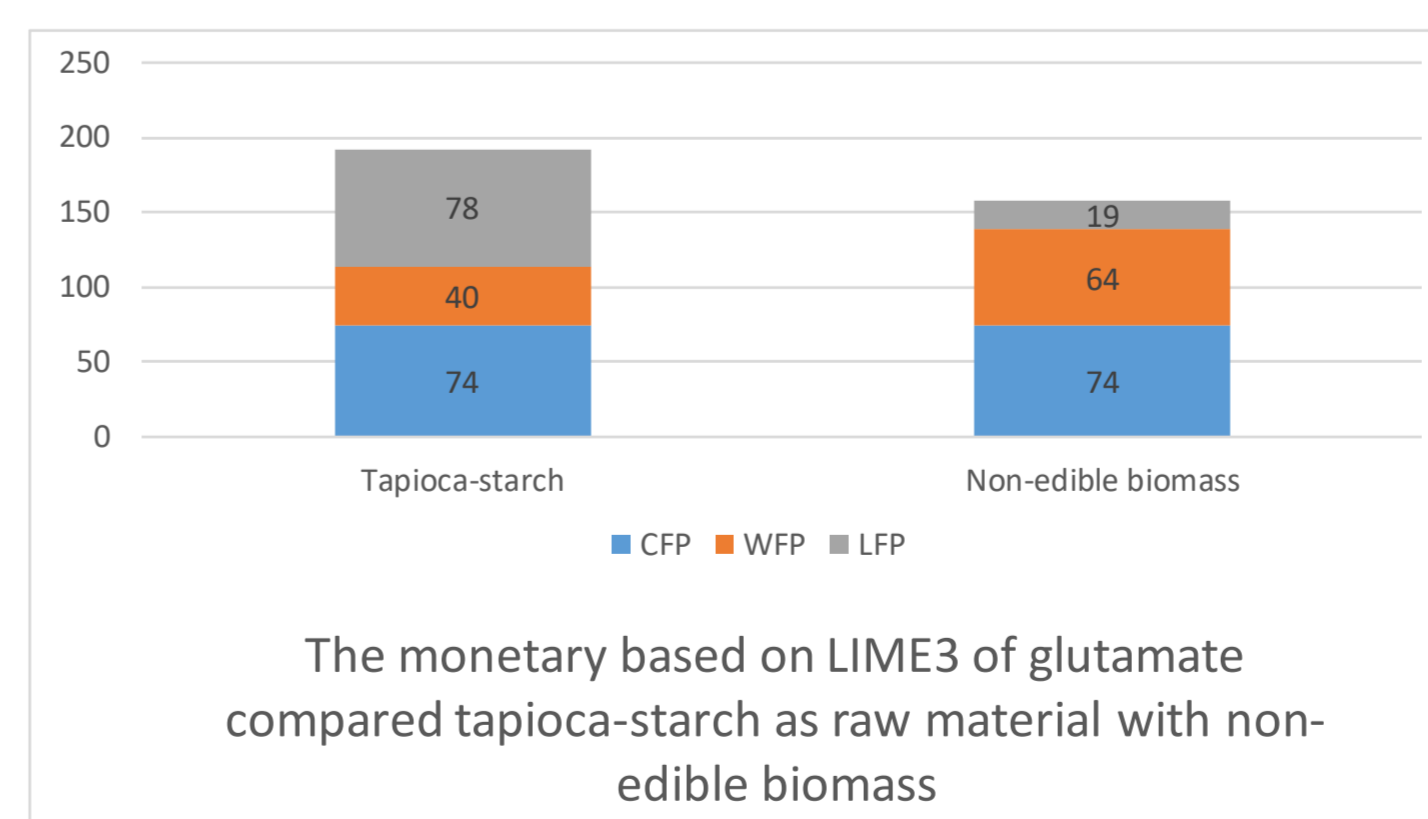
- iは投入物質
- sはライフサイクルステージ
- CO2原単位は、Ecoinvent3
- r<sub>a</sub>は雨水、r<sub>i</sub>は河川水、r<sub>u</sub>は地下水のWFP
- 水消費原単位は、農作物(タピオカスターチなど)はWater Footprint Networkのものを、その他の物はEcoinvent3
- 土地利用原単位は、Ecoinvent3

### 4 研究結果(算定結果)

	Carbon Footprint	Water Footprint	Land Footprint
Base method	ISO/TS 14067 Intensity of emission	ISO 14046 Impact assessment	Intensity of land use
Inventory data base	Ecoinvent 3	Water Footprint Network Ecoinvent 3	Ecoinvent 3
Weighing factor		Yano et al, The Water Availability Factor	
Tapioca starch result	4.35(g-CO <sub>2</sub> /g-glutamate)	1768(ml/g-glutamate)	1769(mm <sup>2</sup> /g-glutamate)
Non-edible biomass result	4.34(g-CO <sub>2</sub> /g-glutamate)	556(ml/g-glutamate)	425(mm <sup>2</sup> /g-glutamate)



LIME 3	CFP	WFP	LFP
Monetary Inventories	17(US\$/t-CO <sub>2</sub> )	0.162(US\$/m <sup>3</sup> )	0.044(US\$/m <sup>2</sup> /y)
	Tapioca starch	Non-edible Biomass	
CFP(t-CO <sub>2</sub> /t-glutamate)	4.35	4.34	
WFP(m <sup>3</sup> /t-glutamate)	1768	556	
LFP(m <sup>2</sup> /t-glutamate)	1769	425	
Monetary value(US\$/t-glutamate)	192	157	



### 5 まとめ

世界全体のグルタミン酸ナトリウムの年間市場規模3百万トン全量の原料を非可食バイオマスに変更する場合

- ✓ カーボンフットプリントはほぼ同じ
- ✓ ウォーターフットプリントは3.6(bil. m<sup>3</sup>/y)減
- ✓ ランドフットプリントは4.4(km<sup>2</sup>/y)減(農作物の栽培における水と土地の依存度を回避できるため。)
- ✓ 少なくともUS\$110百万の社会経済価値を創出する可能性有。

### 6 課題

SDGs達成に向けて、企業に非可食バイオマス活用研究の有用性を訴え続け、非可食バイオマス活用がコア・マーシャルベースとなることを目指す。