

第13回BISTRO下水道戦略チーム会合資料

2019.11.27



被災農地における農地復興の取り組みについて

CTIフロンティア 野村 奏史



①会社概要

≫ 下水汚泥利用の取り組み

CTIフロンティア(CTIF)のご紹介

- ▶ (株)建設技術研究所(CTI)の100%出資子会社
- ▶ 2011年農地法改正を受け、2013年9月設立(社内ベンチャー)
- ▶ 約10haの農地で露地野菜を中心とした経営
- ▶ 埼玉県での都市近郊型農業(多品目通年栽培、地域内消費)
- ▶ 条件不利地を改良して規模拡大



地域農業状況(水田経営)

- ▶ 団塊の世代の離農、後継者不足、老々介護
- ▶ 現状の水田経営は持続可能？

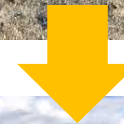
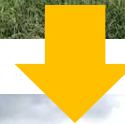


子実トウモロコシ栽培の可能性

- ▶ 実を収穫する子実コーンの用途は多様
 - 飼料用：年間1,000万トン
 - 食用：スナック菓子、フレーク、スープ、コーンスターチ
- ▶ 日本は世界一の輸入国
 - 供給過剰にならない農作物
 - 飼料自給による食料自給率の向上
- ▶ 高い労働生産性(コメの1/10)
 - 水田転作交付金(3.5万円/10a)で生産費が賄える
 - 国庫負担軽減
 - (飼料米：収量に応じ5.5～10.5万円)



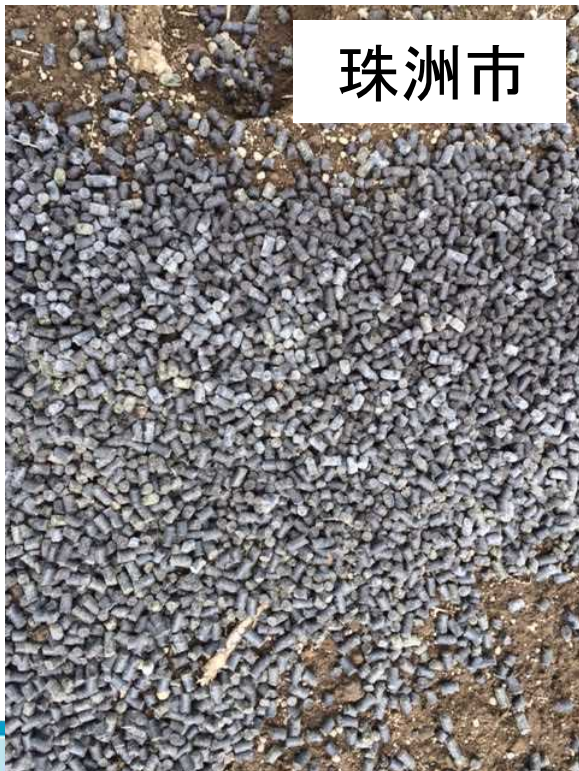
下水汚泥利用の経緯（親会社との連携）



有機物施用の効果は農業者の技術力次第

様々な下水汚泥コンポスト

- ▶ 過去、様々な下水汚泥コンポストを利用して作物を栽培（佐賀市、珠洲市、鶴岡市、結城市、鹿沼市、相馬市など）
- ▶ 下水汚泥を一括りにした議論は問題解決にならない
- ▶ あらゆる農地に適用可能な万能肥料はない



珠洲市



佐賀市



鶴岡市

下水汚泥利用が進まない理由は？

- ▶ 肥料としての有効性・安全性は問題ない(風評被害あり)
- ▶ 供給側の問題と利用者側の双方に問題あり

＜供給側＞

- 農業者ニーズの理解不足
(プロダクトアウト)
- 廃棄物処理の副産物
(物流、臭気、形状、成分等)
- 肥料会社は安い肥料を売りたい(手に入らない)

＜利用側＞

- 化学肥料依存・過剰投入
(土壌分析未実施)
- 理解不足(風評被害)
- コメ依存(飼料を全量輸入)
- 技術力・労働力不足
- 頻発する自然災害対応で手いっぱい

下水汚泥利用が自然的に広がるとは考えにくい・・・

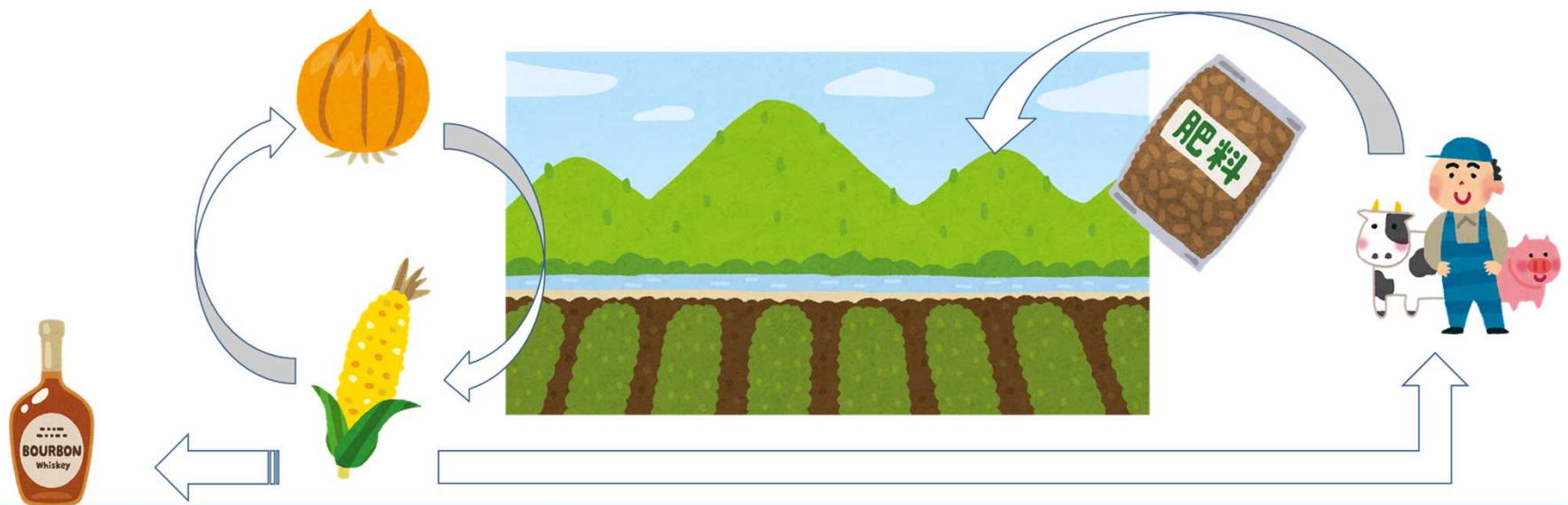


②被災地域における農地復興

➤➤ 農地土壌改良
子実トウモロコシ栽培

循環型・構築連携型の農業

- ▶ 理想的だが、うまくいかないケースが多い（インセンティブ不足）
 - 農業者にとってのメリットは？
- ▶ 被災地の諸条件下では可能性があるのではないかな？
- ▶ ゼロリセットされた地域のポテンシャル
（風評被害、地力低下、大量の未利用農地、人材不足、雇用不足）



被災地域(東日本大震災)の状況

- ▶ 高線量地域は、除染のため表土を除去し、山砂を投入
- ▶ 肥料成分がほぼゼロ、弱酸性土壌(pH5.5~6.0)



作物生育に不適な土壌

CTIF 久喜圃場

5cm

369	232	500	490	278	576	232	394	232	232	414	232
495	819	232	601	470	526	571	323	485	652	298	288
480	556	303	298	253	232	278	278	232	571	682	617
308	369	283	430	667	232	379	713	793	440	253	622

10cm

920	328	586	743	349	687	799	900	622	359	465	556
571	1,011	930	986	475	708	596	430	642	657	642	677
611	829	394	606	925	232	576	480	232	485	773	687
526	379	440	490	677	713	627	1,152	793	404	753	1,122

15cm

1,117	480	687	743	419	702	804	1,021	672	606	591	556
738	1,016	996	864	571	849	697	430	718	859	642	859
849	829	475	677	920	364	617	728	515	606	768	874
986	475	445	768	1,183	955	697	1,082	1,051	930	879	925

20cm

1,334	672	1,633	743	895	1,122	854	1,178	723	617	991	864
1,309	1,223	1,001	743	915	1,451	960	799	945	1,562	849	955
1,279	1,916	950	1,274	1,107	748	1,016	1,071	950	839	1,840	1,294
1,314	824	925	1,233	1,491	1,441	728	1,137	1,269	1,334	1,360	1,117

30cm

2,396	1,971	2,300	2,593	2,593	2,345	2,072	2,578	1,597	1,213	2,583	2,173
2,371	1,531	2,573	2,583	2,401	1,769	2,583	2,002	2,492	2,431	1,253	2,355
1,830	2,593	2,062	2,583	2,588	2,593	2,037	1,633	1,986	1,516	1,734	2,148
2,285	2,477	2,568	1,633	1,542	2,381	1,916	1,815	2,194	1,784	1,774	2,325

5cm

975	1,021	1,137	1,370	1,304	1,653	1,228	1,173	1,233	1,162	1,430	2,275
955	1,481	915	854	1,112	1,542	1,531	556	1,496	1,486	884	895
1,420	1,688	1,127	1,269	884	1,446	1,289	809	1,799	2,047	890	1,592
1,895	2,472	2,143	1,890	2,163	1,981	1,582	1,633	1,587	844	981	1,208

10cm

1,274	965	1,056	1,127	1,658	1,415	1,238	905	890	950	1,299	1,451
793	1,441	1,026	854	1,041	1,628	1,451	1,036	1,365	1,441	975	900
1,248	1,542	1,243	1,269	1,643	1,446	1,334	991	1,537	1,880	991	1,344
1,794	1,870	1,906	1,840	2,163	1,875	1,683	1,552	1,274	849	1,011	986

15cm

1,274	824	920	1,082	2,295	1,248	1,238	849	768	900	890	1,380
773	1,309	955	723	768	1,481	905	915	975	1,107	869	708
950	1,385	1,243	1,289	2,684	1,299	1,046	773	1,092	1,713	1,021	1,142
1,562	1,350	1,385	1,612	2,067	1,289	1,496	1,107	940	991	996	672

20cm

1,092	788	935	1,688	2,492	975	1,127	849	768	713	1,481	1,810
1,117	2,128	905	2,042	2,355	1,208	981	890	1,107	1,092	930	879
950	2,088	1,147	1,071	2,684	2,462	895	753	1,334	1,506	834	2,224
1,107	925	1,168	1,142	1,597	991	1,162	1,314	814	996	829	718

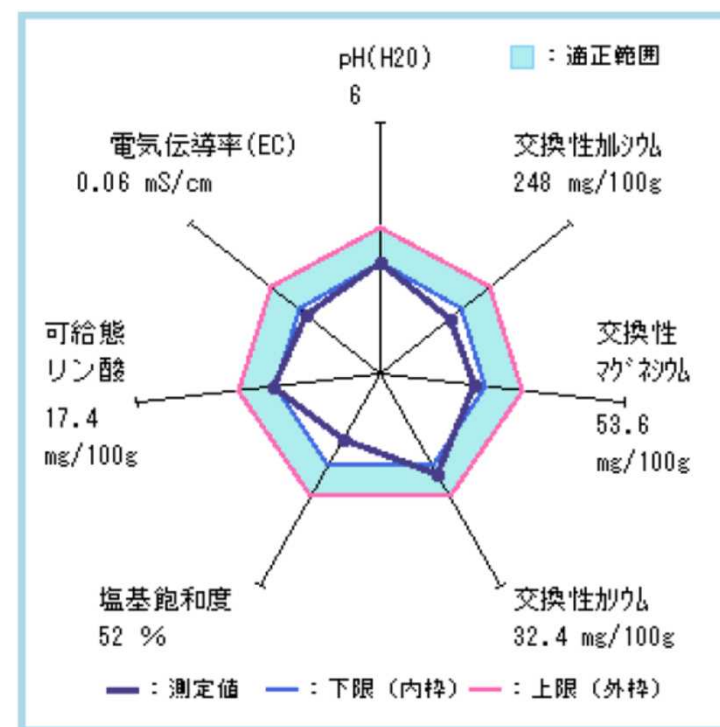
30cm

2,077	2,330	1,724	2,441	2,684	1,971	2,002	1,673	945	1,976	2,497	975
2,684	2,684	1,931	2,027	2,684	2,628	1,021	1,066	2,077	2,335	1,162	1,628
1,466	2,684	2,623	1,243	1,850	2,684	1,870	1,238	1,334	1,653	2,684	2,366
1,804	2,335	2,138	2,669	1,638	1,713	2,340	2,224	2,608	2,431	2,199	1,804

※枠内の数字は土壌硬度(kPa)

除染農地の土壌環境

- ▶ 表土と下層で土壌条件が全く異なる
 - 農地保全管理の目的でロータリー耕耘のみを実施
- ▶ 100mm／日程度の雨量で上層の山砂が流出



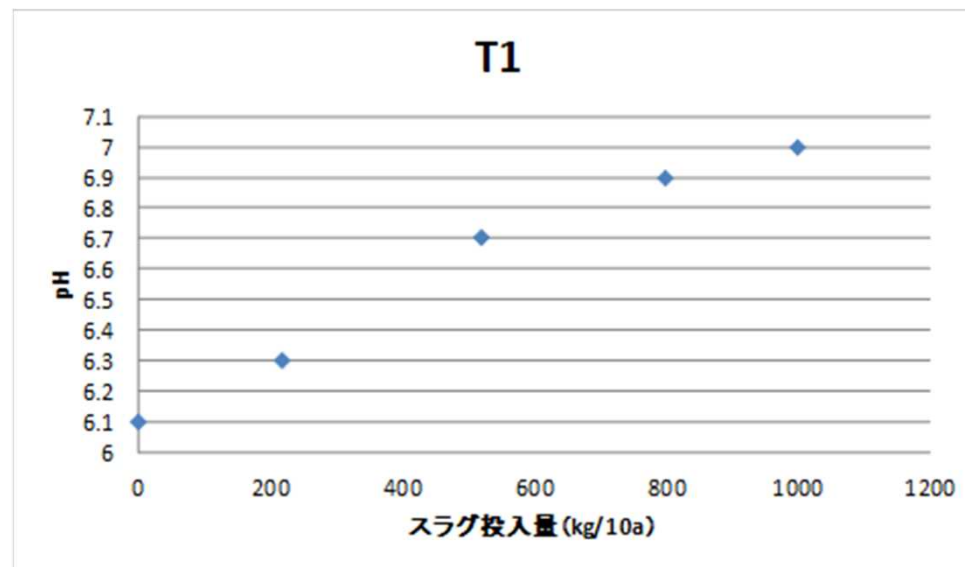
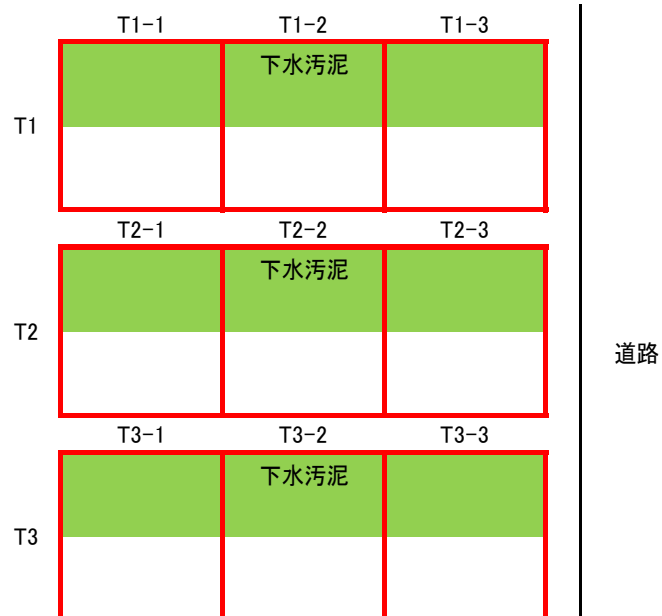
▶ 土壌改良ができれば、コーンベルト地帯になり得る規模



14

現地土壌における栽培実験(約1ha)

- 3枚の水田で下水汚泥区、化学肥料区に区分して栽培比較



単位: kg/10a

品目	下水汚泥区				化学肥料区			
	T1	T2	T3	計	T1	T2	T3	計
転炉スラグ	400	800	800	2,000	400	800	800	2,000
下水汚泥	800	800	800	2,400	0	0	0	0
硫マグ	100	100	100	300	100	100	100	300
高度化成				0	200	200	200	600
過リン酸石灰	0	0	0	0	80	60	60	200
塩化カリ	40	40	40	120	0	0	0	0

化学性の改善

- ▶ pHを6.5に統一（転炉スラグ）
- ▶ N、P、K、Mg、Caを調整
- ▶ 相馬市の汚泥を利用（乾燥汚泥）

品目	下水汚泥区				
	N	P	K	Mg	Ca
転炉スラグ		2.0%		6.0%	41.0%
下水汚泥	3.0%	5.0%	0.2%	1.0%	2.0%
硫マグ				60.0%	
高度化成 過リン酸石灰	14.0%	14.0% 17.0%	14.0%		60.0%
塩化カリ			60.0%		

単位: kg/10a

品目	下水汚泥区 (T1)					化学肥料区 (T1)				
	N	P	K	Mg	Ca	N	P	K	Mg	Ca
転炉スラグ	0	8	0	24	164	0	8	0	24	164
下水汚泥	24	40	2	8	16	0	0	0	0	0
硫マグ	0	0	0	40	0	0	0	0	40	0
高度化成	0	0	0	0	0	28	28	28	0	0
リン酸石灰	0	0	0	0	0	0	11	0	0	40
塩化カリ	0	0	24	0	0	0	0	0	0	0
計	24	48	26	72	180	28	47	28	64	204

品目	下水汚泥区 (T2、T3)					化学肥料区 (T2、T3)				
	N	P	K	Mg	Ca	N	P	K	Mg	Ca
転炉スラグ	0	16	0	48	328	0	16	0	48	328
下水汚泥	24	40	2	8	16	0	0	0	0	0
硫マグ	0	0	0	40	0	0	0	0	40	0
高度化成	0	0	0	0	0	28	28	28	0	0
リン酸石灰	0	0	0	0	0	0	11	0	0	40
塩化カリ	0	0	24	0	0	0	0	0	0	0
計	24	56	26	96	344	28	55	28	88	368

資材散布状況

- ▶ ライムソーで散布後、ロータリーで3回耕耘



プラウによる天地返し



プラウ作業の効果

5cm

975	1,021	1,137	1,370	1,304	1,653	1,228	1,173	1,233	1,162	1,430	2,275
955	1,481	915	854	1,112	1,542	1,531	556	1,496	1,486	884	895
1,420	1,688	1,127	1,269	884	1,446	1,289	809	1,799	2,047	890	1,592
1,895	2,472	2,143	1,890	2,163	1,981	1,582	1,633	1,587	844	981	1,208

10cm

1,274	965	1,056	1,127	1,658	1,415	1,238	905	890	950	1,299	1,451
793	1,441	1,026	854	1,041	1,628	1,451	1,036	1,365	1,441	975	900
1,248	1,542	1,243	1,269	1,643	1,446	1,334	991	1,537	1,880	991	1,344
1,794	1,870	1,906	1,840	2,163	1,875	1,683	1,552	1,274	849	1,011	986

15cm

1,274	824	920	1,082	2,295	1,248	1,238	849	768	900	890	1,380
773	1,309	955	723	768	1,481	905	915	975	1,107	869	708
950	1,385	1,243	1,289	2,684	1,299	1,046	773	1,092	1,713	1,021	1,142
1,562	1,350	1,385	1,612	2,067	1,289	1,496	1,107	940	991	996	672

20cm

1,092	788	935	1,688	2,492	975	1,127	849	768	713	1,481	1,810
1,117	2,128	905	2,042	2,355	1,208	981	890	1,107	1,092	930	879
950	2,088	1,147	1,071	2,684	2,462	895	753	1,334	1,506	834	2,224
1,107	925	1,168	1,142	1,597	991	1,162	1,314	814	996	829	718

30cm

2,077	2,330	1,724	2,441	2,684	1,971	2,002	1,673	945	1,976	2,497	975
2,684	2,684	1,931	2,027	2,684	2,628	1,021	1,066	2,077	2,335	1,162	1,628
1,466	2,684	2,623	1,243	1,850	2,684	1,870	1,238	1,334	1,653	2,684	2,366
1,804	2,335	2,138	2,669	1,638	1,713	2,340	2,224	2,608	2,431	2,199	1,804

※枠内の数字は土壌硬度(kPa)

<栽培後>

5cm

510	394	450	384	354	460	318	278	859	232	515	839
596	824	627	313	632	480	333	733	232	864	485	753
738	460	409	526	313	526	303	667	470	571	288	581
283	414	399	318	414	278	409	404	945	263	662	890

10cm

682	480	450	460	379	460	303	450	864	288	561	1,243
617	884	905	303	804	465	738	733	884	890	642	753
1,041	440	424	455	344	677	480	531	510	581	480	606
642	440	409	318	399	308	571	404	1,223	283	733	890

15cm

1,137	1,061	450	460	379	460	440	1,162	1,026	1,097	1,147	1,370
1,769	1,142	900	505	1,602	339	748	1,274	783	627	1,178	1,446
2,032	1,880	1,906	692	879	576	930	733	1,127	1,142	955	1,102
814	440	596	642	1,259	1,082	884	657	1,850	1,415	1,021	1,329

20cm

1,269	1,334	450	586	905	950	1,471	1,471	1,077	1,132	824	1,567
2,396	1,375	1,557	890	1,739	455	900	1,820	2,067	1,375	1,395	1,789
2,179	2,259	2,098	829	1,380	232	1,264	1,066	1,830	1,405	1,592	2,421
622	440	647	1,041	1,486	1,147	1,749	1,162	1,865	1,552	1,476	2,234

30cm

1,668	1,547	1,198	1,799	1,193	1,304	1,668	991	1,208	1,127	920	1,127
2,381	1,289	1,992	1,031	1,324	2,421	1,066	1,673	2,173	1,906	869	1,901
793	2,259	2,386	1,815	1,693	763	1,597	1,921	2,305	2,684	2,224	1,643
2,275	708	991	1,840	965	2,406	1,531	1,607	2,335	935	1,936	2,684

※枠内の数字は土壌硬度(kPa)

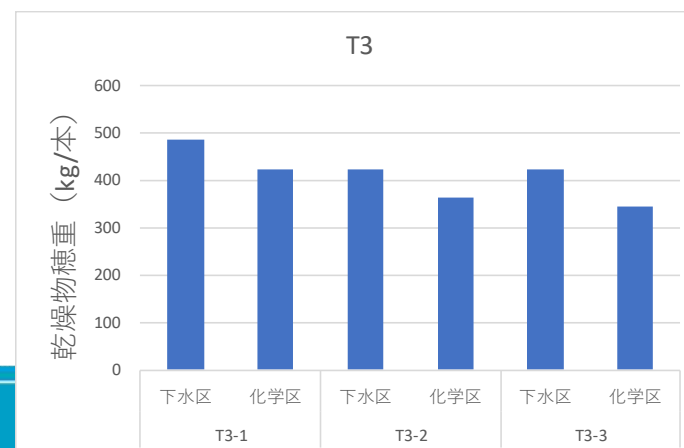
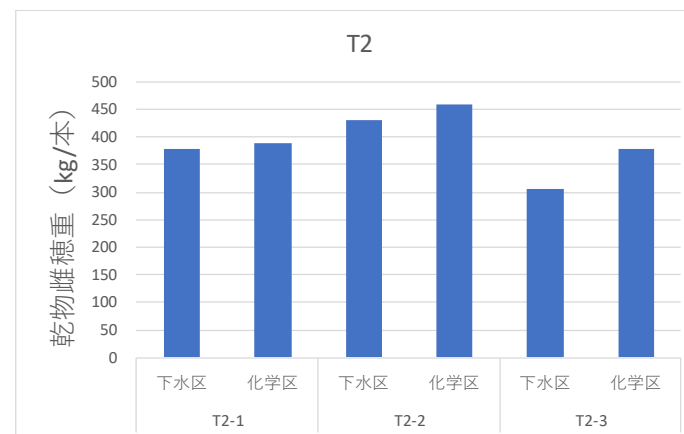
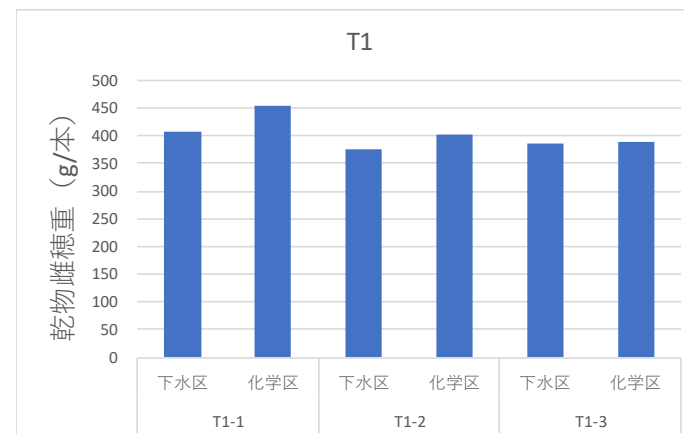
栽培・管理

- ▶ 生育中の管理は除草剤散布1回のみ



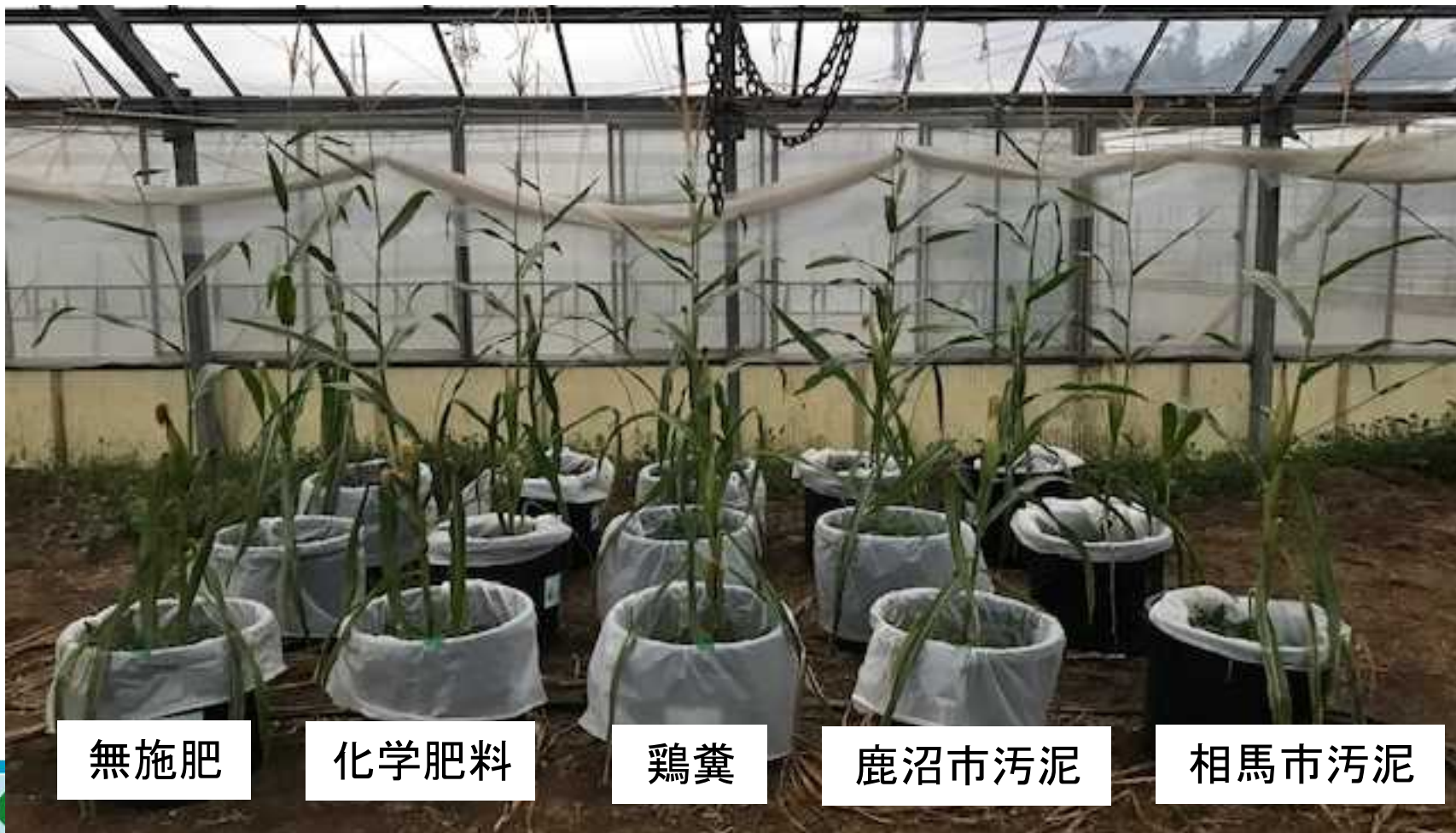
栽培結果(収量比較)

- ▶ 化学肥料と同等の収量
- ▶ 計算上は10aあたり1t超(乾物)
- ▶ 国内トップクラスの収量



ポット栽培実験の実施

- ▶ ポット栽培による子実トウモロコシの物質収支把握
- ▶ 生育差、重金属、セシウム含有量のチェック



下水汚泥のコスト効果(概算)

- ▶ 1haあたりの下水汚泥必要量: 8t
- ▶ 100haの遊休農地でトウモロコシを栽培する場合
 - 800tの下水汚泥を消費可能
 - 中小自治体の年間汚泥発生量に匹敵
 - 単価400円/20kgとすると、調達コスト16,000千円
- ▶ 化学肥料で賄う場合の調達コストは29,200千円(N、Pのみ)
 - 高度化成(ALL14): 17,000千円
 - $1,700\text{円}/20\text{kg} \times 2,000\text{kg/ha} \times 100\text{ha}$
 - 過リン酸石灰: 11,200千円
 - $2,800\text{円}/20\text{kg} \times 800\text{kg/ha} \times 100\text{ha}$
- ▶ 下水汚泥の処理コストも削減可能???

まとめ(所感)

- ▶ 下水汚泥肥料は、化学肥料と同等の効果がある
 - 400円/20kg程度であれば農業者側にもメリットあり
 - ただし、畜産糞尿(鶏糞堆肥)は0円もしくは250円/20kg
- ▶ 被災農地でのトウモロコシ栽培には、最低100ha、将来的には1,000ha超の農地面積を想定
 - 機械投資費用の回収、トウモロコシの販売ロット
 - 有機性廃棄物(汚泥、畜糞)利用のコスト効果
- ▶ 風評被害については農業者のコスト負担困難
 - コメの全袋検査のような対応は非現実的
 - 通常の肥料と同等であるという理解の共有(関係省庁)
 - 今年度の検証実験も膨大な費用負担あり

今後の予定

- ▶ 埼玉県自社圃場では、下水汚泥肥料を一部導入予定
 - 基本的には自社のみで利用
- ▶ 福島県でのトウモロコシ栽培は詳細な事業化検討を実施
 - 生産体制、機械投資、農地選定、物流構築など
 - トウモロコシの販路（燃料、お酒、工業原料）
 - 国産トウモロコシの市場性
 - 海外GMO＋ポストハーベスト
 - VS
 - 国産non-GMO＋被災地（セシウム）＋下水汚泥（畜産糞尿でも可）
- ▶ 下水汚泥利用については、関係者調整・合意形成が必要？
 - 行政（国土交通省・自治体、農林水産省、環境省）
 - 消費者（畜産農家、末端消費者、その他）