

堆肥等の副産原料に求める品質等について

現状の農耕地土壌にマッチした
「特殊肥料等入り指定混合肥料」の品質と特性

創立131年



東京農業大学
全国土の会
後藤

名誉教授
会長
逸男

創立33年



全国土の会

1

農業生産に「肥料」は必要か？

★ 雑草は肥料なしでよく育つ！ 作物も無肥料で栽培可能！？




- ★ 雑草にも寿命があり、やがて枯れる。
- ★ 枯れた雑草が次世代の養分になる。
- ★ 雑草地では、「物質循環」が成り立っている。

- ★ 農耕地では、農作物を収穫する。
- ★ 農業とは、「土壌養分の略奪行為」。
- ★ 頂戴した養分を土壌にお返しする。
- ★ それが、農業という産業。

「肥料」は、農業生産に不可欠な資材！

2

「健全な土」・「健康な土」とは、

- ★ 土壌物理性がよい土
 - ☆ 「水はけ」と「水持ち」がよい土:「団粒」が発達した土
- ★ 土壌化学性がよい土
 - ☆ 中性の土: pH(H₂O) 6.0~6.5
 - ☆ 塩類濃度が適切な土: EC 0.3mS/cm前後
 - ☆ 養分バランスのよい土
- ★ 土壌生物性がよい土
 - ☆ 土壌生物が住みやすい土: 団粒が発達した土
 - ☆ 土壌化学性が整った土
 - ☆ おいしい「えさ」のある土

「土づくり」の目標は、「三位一体の土」！

3

物理性がよい土

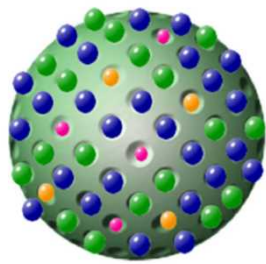
- ★ 団粒化には「のり」が必要
 - ☆ 有機「のり」
 - ☆ 無機「のり」

- ★ 土はすきまだらけ！
 - ☆ 黒ボク土では、2/3 がすきま！
- ★ すきまが「保水性」と「透水性」を両立
 - さらに、生物を多様化する！

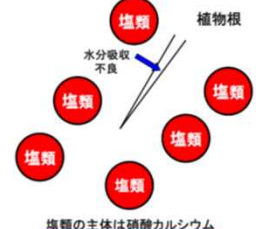
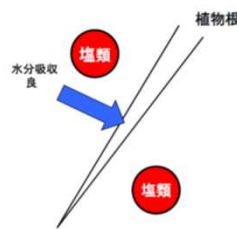
図 6.4 団粒構造と微生物分布 (高井, 1977)

4

土の化学性がよい土



土にも胃袋がある(保肥力)



塩類の主体は硝酸カルシウム
その他、硫酸カルシウム(石膏)

養分(塩類)が多すぎると、「青菜に塩」!

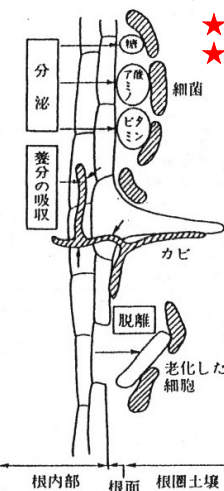
電気伝導率(EC)は0.3mS/cm前後が最適



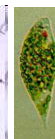
土のpH: 6.0~6.5でよく育つ 高pHでは微量元素欠乏

5

土壌生物性のよい土:土の中の動物と微生物が豊かに暮らせる土



- ★ 土壌物理性・化学性を良好にして、土壌生物の住環境を整える。
- ★ 土壌生物に、適量の「えさ」を供給する(腐植は、「えさ」にならない)。



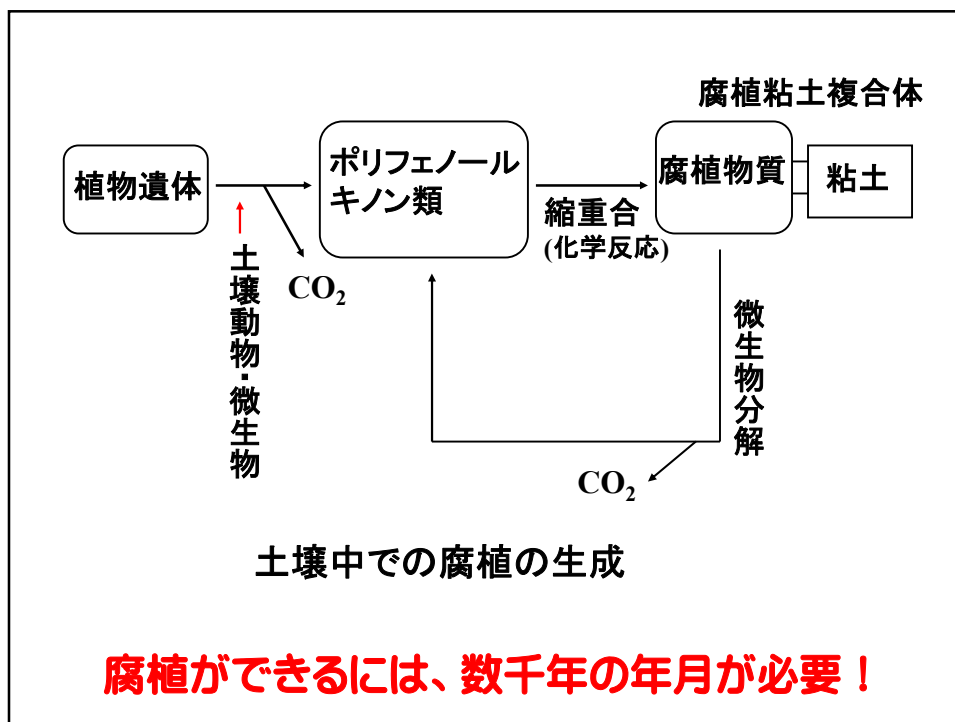
根圏に集まる土壌微生物

- ① 植物根からは、様々な物質が分泌される。
- ② 分泌される物質は、植物により異なる。
- ③ 分泌物を「えさ」とする微生物が根圏に集まる。
- ④ 連作により、同じ物質が分泌されると、同じ微生物のみが増殖して、根に定着する。



セリリー萎黄病(右)とその病原菌(左)

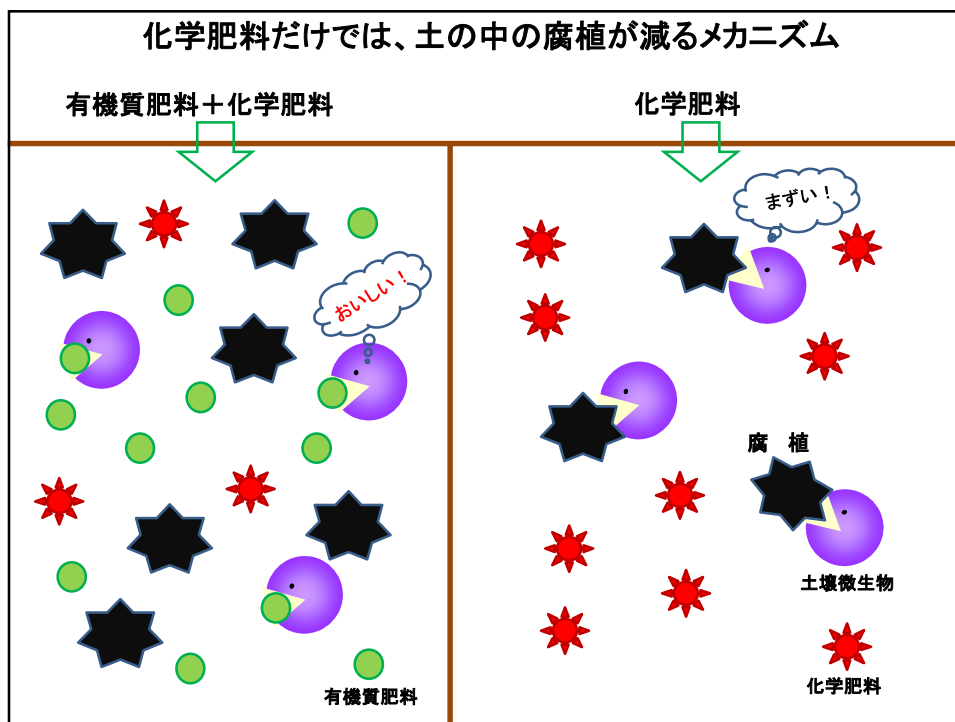
6



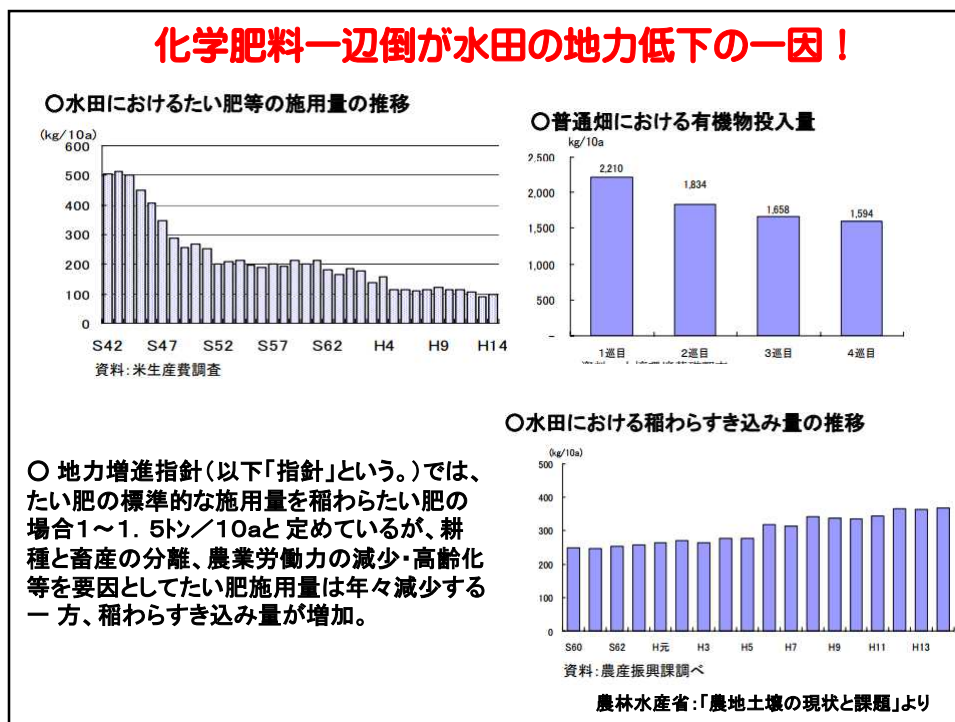
7



8



9



10

水田へのケイ酸資材施用量減少も地力低下の原因

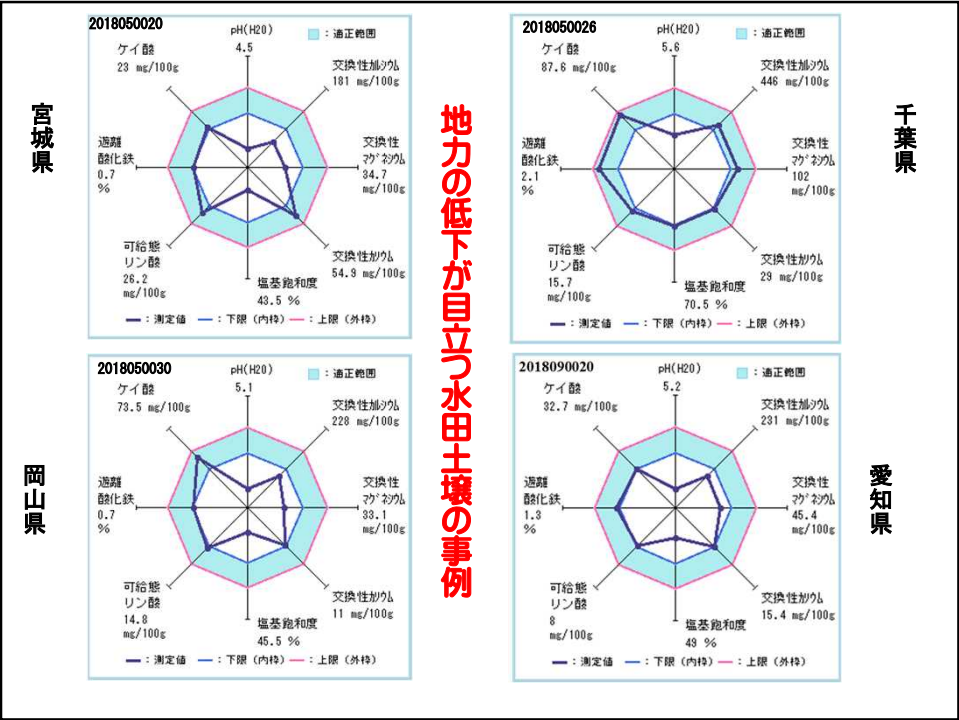
表1 用途が異なる栽培水田の窒素・リン酸・カリおよびケイ酸の収支 (金田・2015年)

	N (kg/10a)			P ₂ O ₅ (kg/10a)			K ₂ O (kg/10a)			SiO ₂ (kg/10a)		
	食用米 550kg	飼料用米 700kg	イネWCS 700kg	食用米 550kg	飼料用米 700kg	イネWCS 700kg	食用米 550kg	飼料用米 700kg	イネWCS 700kg	食用米 550kg	飼料用米 700kg	イネWCS 700kg
インプット												
灌漑水	0.48	0.48	0.48	0.03	0.03	0.03	2.79	2.79	2.79	30.5	30.5	30.5
肥料	9.00	11.00	11.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	—	—	—
稲わら	4.20	5.55	×	1.22	1.95	×	11.71	14.07	×	70	77	×
雨水	1.34	1.34	1.34	0.27	0.27	0.27	0.34	0.34	0.34	—	—	—
窒素固定	2.00	2.00	2.00	—	—	—	—	—	—	—	—	—
計	17.02	20.37	14.82	6.52	7.25	5.30	19.84	22.2	8.13	100.5	107.5	30.5
アウトプット												
田面水	0.53	0.53	0.53	0.06	0.06	0.06	0.44	0.44	0.44	—	—	—
浸透水	1.50	1.50	1.50	0.15	0.15	0.15	3.75	3.75	3.75	30	30	30
稲体(わら+わら)	11.02	14.70	14.70	5.22	5.22	6.80	13.74	16.65	16.65	100	110	110
脱窒	2.70	3.30	3.30	—	—	—	—	—	—	—	—	—
計	15.75	20.03	20.03	5.43	7.01	7.01	17.93	20.84	20.84	130	140	140
収支(in-out)	+1.27	+0.34	-5.21	+1.09	+0.24	-1.71	+1.91	+1.36	-12.71	-29.5	-32.5	-109.5

食用米一作当たりの養分吸収量

窒素 17kg/10a リン酸 7kg/10a カリ 20kg/10a

水稻のケイ酸吸収量は、101kg/10a





13

「有機は善、化学は悪」か？

有機質肥料は、栄養満点のおいしい肥料！



硫酸アンモニウム(硫安)



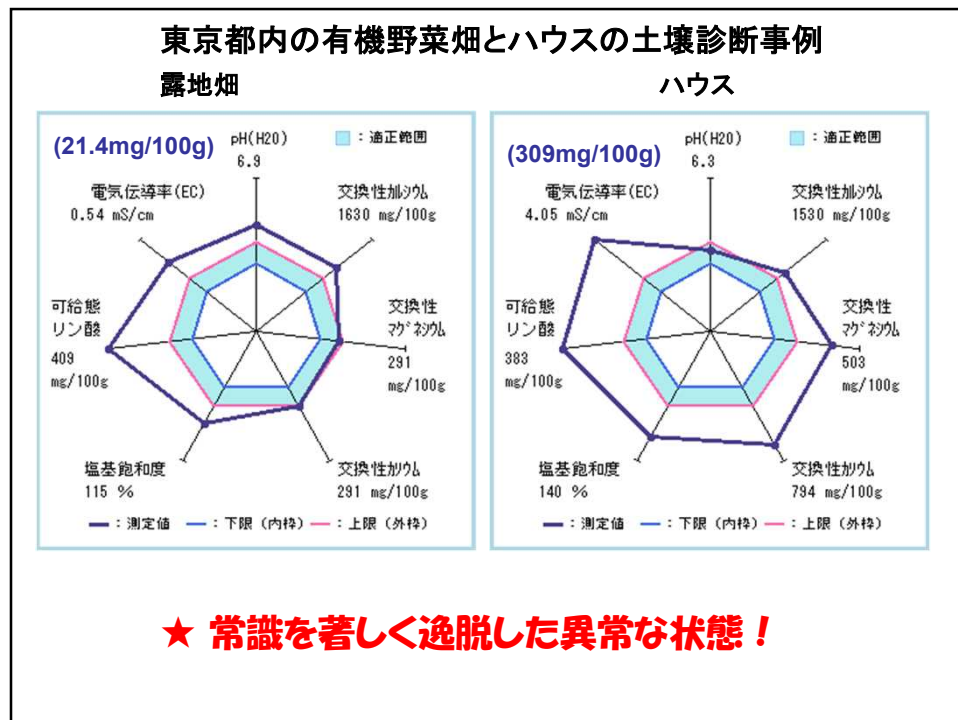
魚かす

有機質肥料一辺倒では、土の健康はどうなるだろう？

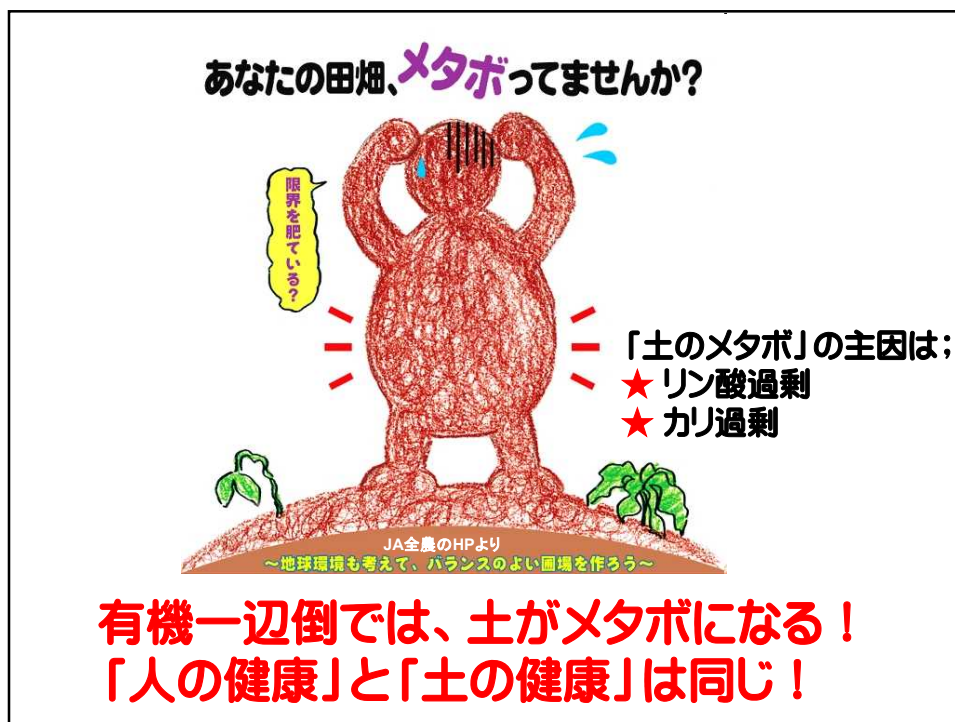
14



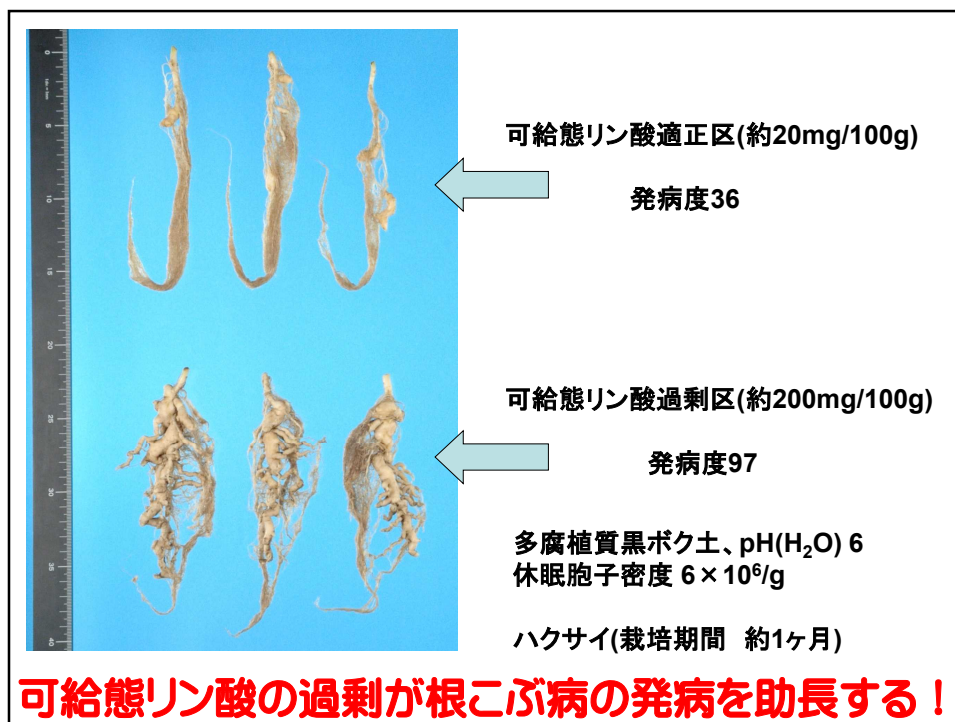
15



16



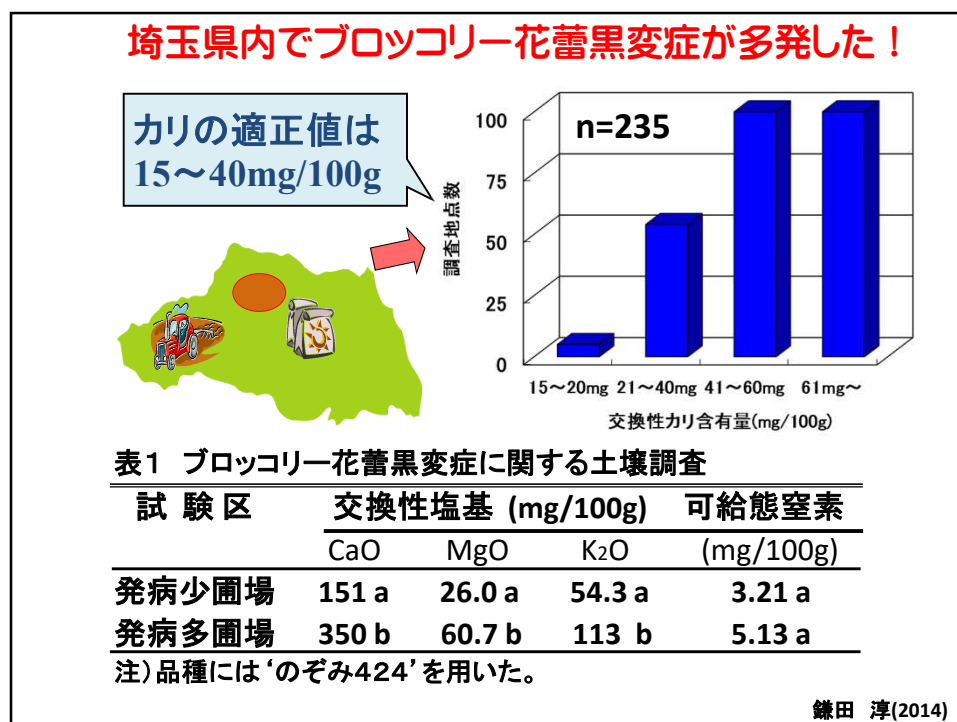
17



18



19



20

**ブロッコリー花蕾黒変症の原因は土壌中のカリ過剰
直接の原因は、拮抗作用に伴うカルシウム欠乏**



ブロッコリー花蕾黒変症

カルシウム欠乏で脆弱化した花蕾部の細胞に
べと病菌が感染して発病する



土壌のカリ過剰の原因は、
牛糞堆肥の過剰施用

鎌田 淳(2014)

21

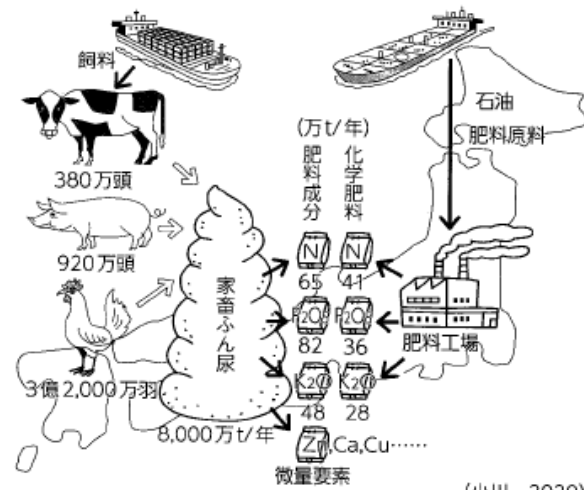


家畜ふん堆肥を肥料として使おう！



22

家畜ふん尿中には、大量の肥料資源が含まれている！



(小川, 2020)

注1：肥料成分量は家畜排せつ物発生量（農水省、2019）から算出

図3-4 家畜ふん尿中の肥料成分と化学肥料の成分比較

23

「土の香り」がする超完熟堆肥



みなみエコユーキ1号

24

JA愛知みなみエコセンター堆肥の肥料成分含有量

各堆肥を1t/10a施用した場合の肥料成分供給量 kg/10a

堆肥の種類	畜種	窒素	リン酸	カリ
みなみエコユーキ1号	牛糞	8	8	10
みなみエコユーキ2号	豚糞	13	14	10
みなみエコユーキ3号	牛・豚・鶏糞	8	15	10
カルコンポ	豚糞＋卵殻	10	11	5

★ 1,2号は平型、3号はリン酸が多い山型肥料！

★ 施用基準量は、2～4.5t/10a！？

25

家畜ふん堆肥などの肥料成分の肥効率(%)

資材の種類		窒素 N	リン酸 P ₂ O ₅	カリ K ₂ O
牛	堆肥	30	60	90
	液状きゅう肥	55	60	95
豚	堆肥	50	60	90
鶏	乾燥ふん	70	70	90

表中の数値は、化学肥料の肥効を100とした場合の肥効の割合

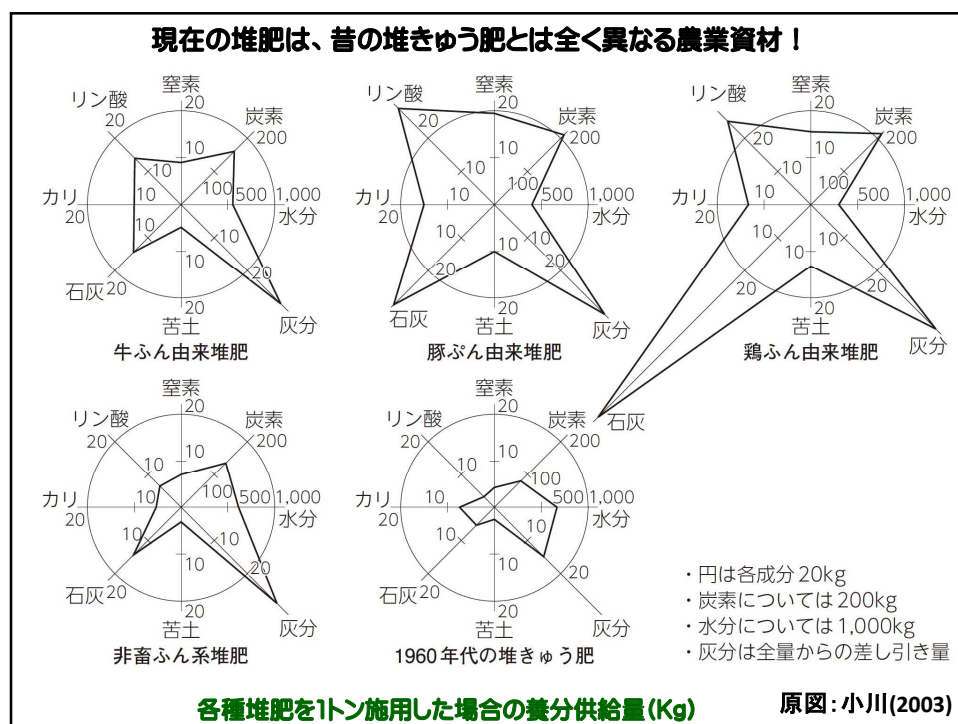
★ 昭和40年代の堆肥分析に基づく肥効率(橋元)であり、
現状にはそぐわない！

★ 堆肥の完熟度により、窒素の肥効は大きく異なる

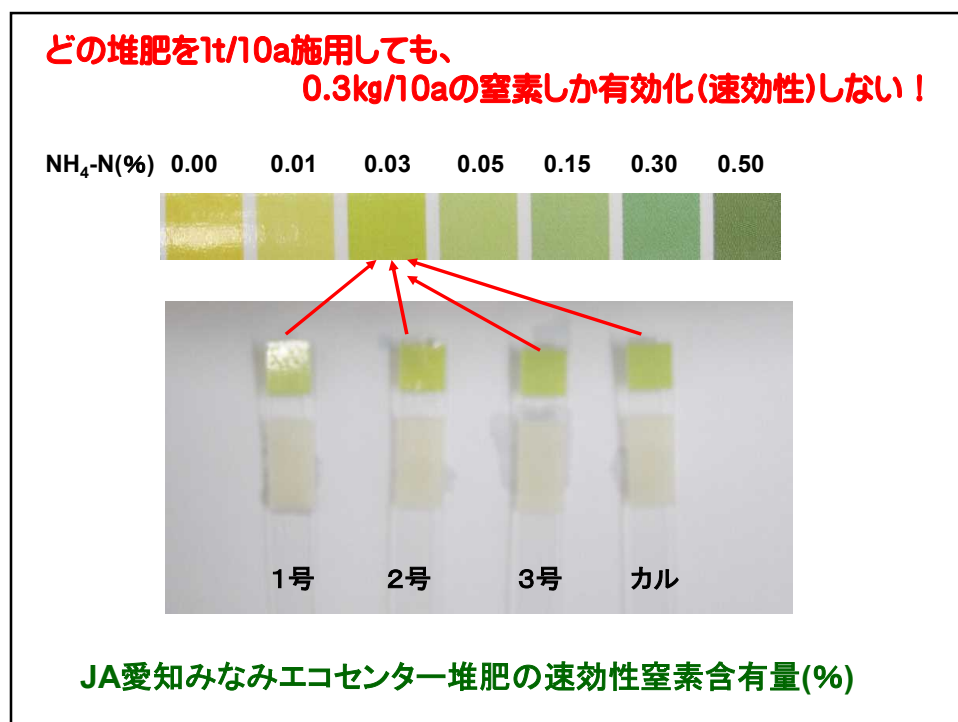
★ 家畜ふん堆肥中のカリは化学肥料と同等

★ 完熟家畜ふん堆肥中のリン酸は、化学肥料と同等！

26

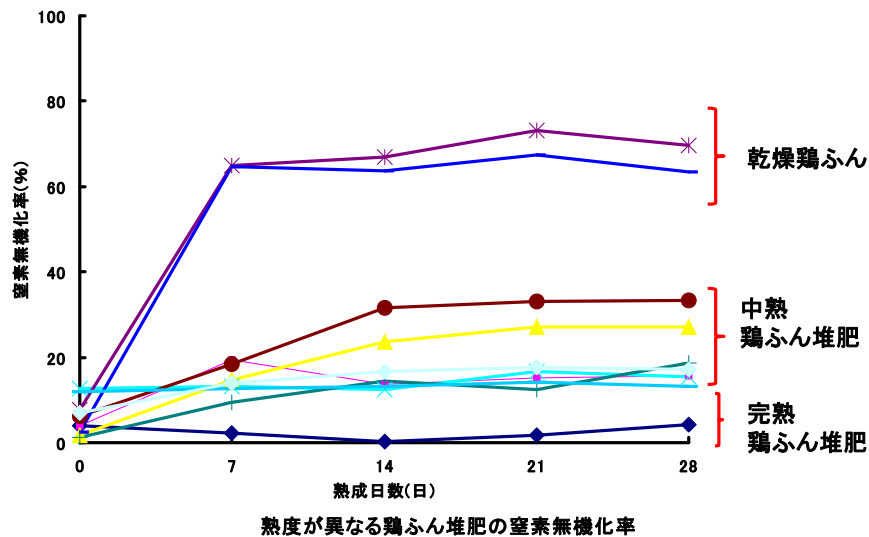


27



28

**家畜糞堆肥中の窒素は、
完熟するほど効かなくなる！**



29



家畜糞堆肥中のリン酸はよく効く！

- ★ 家畜糞堆肥を過剰施用すれば、「メタボな土」になる！
- ★ 家畜糞堆肥をリン酸として、10kg程度までの施用ではあれば、「メタボな土」にはならない！
- ★ 家畜糞堆肥は「微量要素肥料」にもなる。

30

メタボ土壤での家畜ふん堆肥の使い方

- ★ 家畜ふん堆肥をバラで使うと、肥料代が大幅に減らせる。
しかし、過剰に施用するとリン酸・カリが土壤に蓄積する！
- ★ 土壤リン酸・カリを増やさないで、堆肥を有効活用するには？
- ★ ほとんどの作物のリン酸吸収量は、5 ～ 10 kg/10a
- ★ リン酸10kgを含む堆肥を施用すればよい！
 - ★ リン酸2% → 500kg/10a
 - ★ リン酸4% → 250kg/10a
- ★ 土壤中にカリが多ければ、窒素のみ施用すればよい。
- ★ 家畜ふん堆肥は「微量要素肥料」にもなる。

→ カリも補給される！

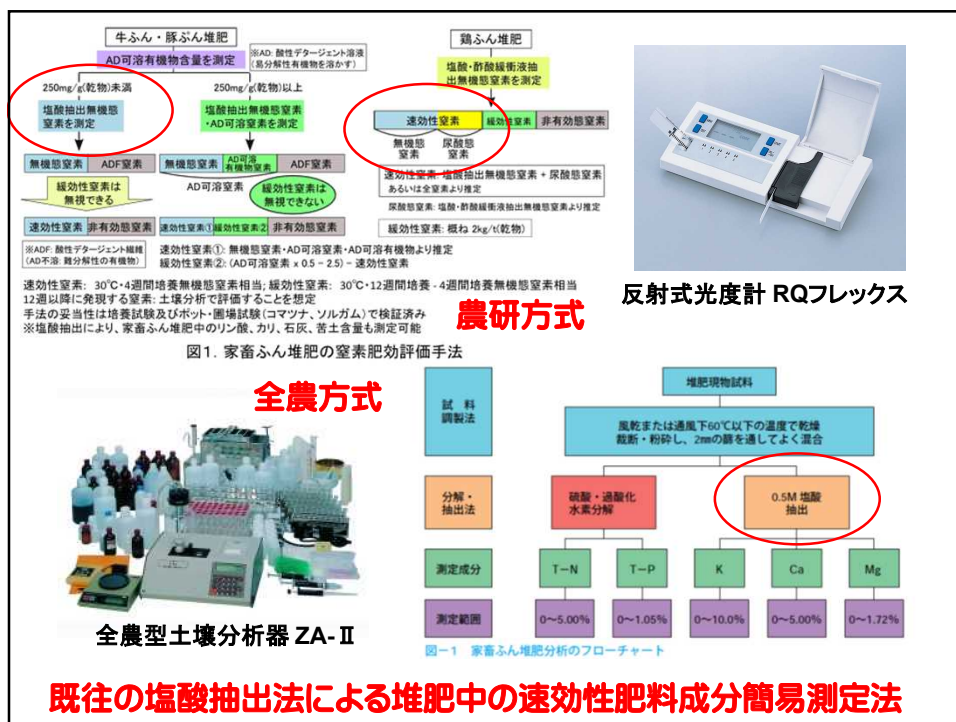
31

土壤診断は当たり前、これからは迅速堆肥分析！



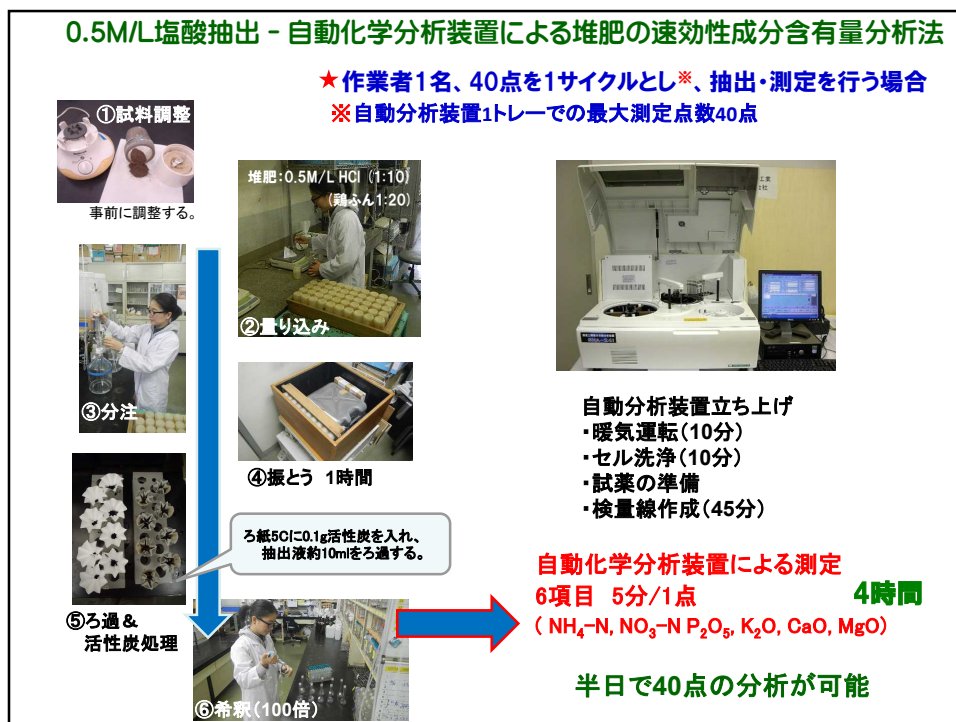
「健康な土づくり」の決め手は土壤診断と堆肥分析

32

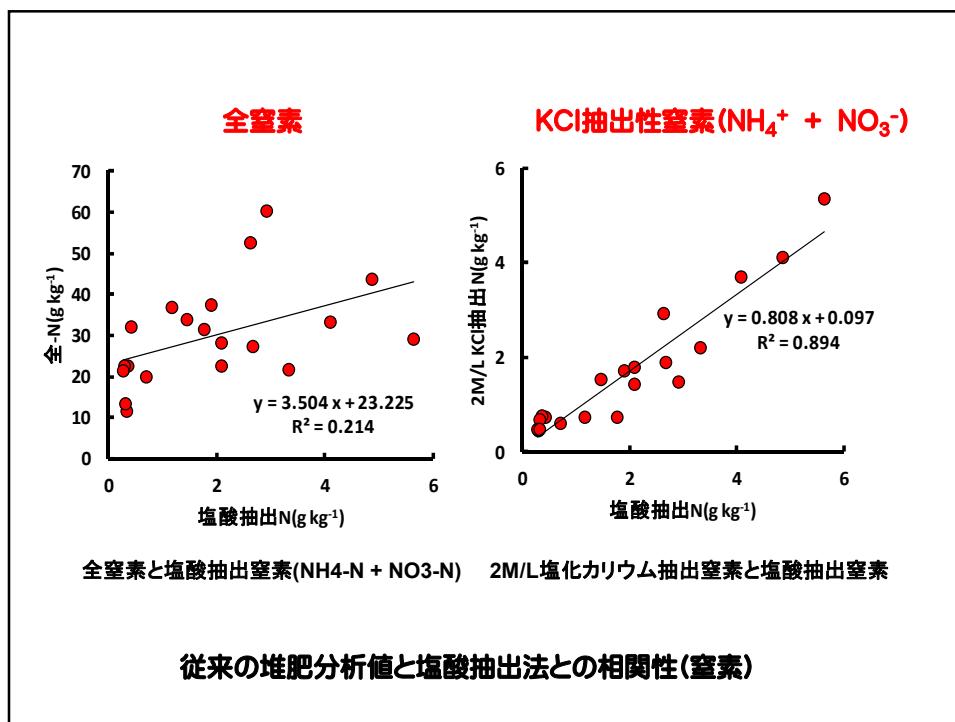


反射式光度計 RQフレックス

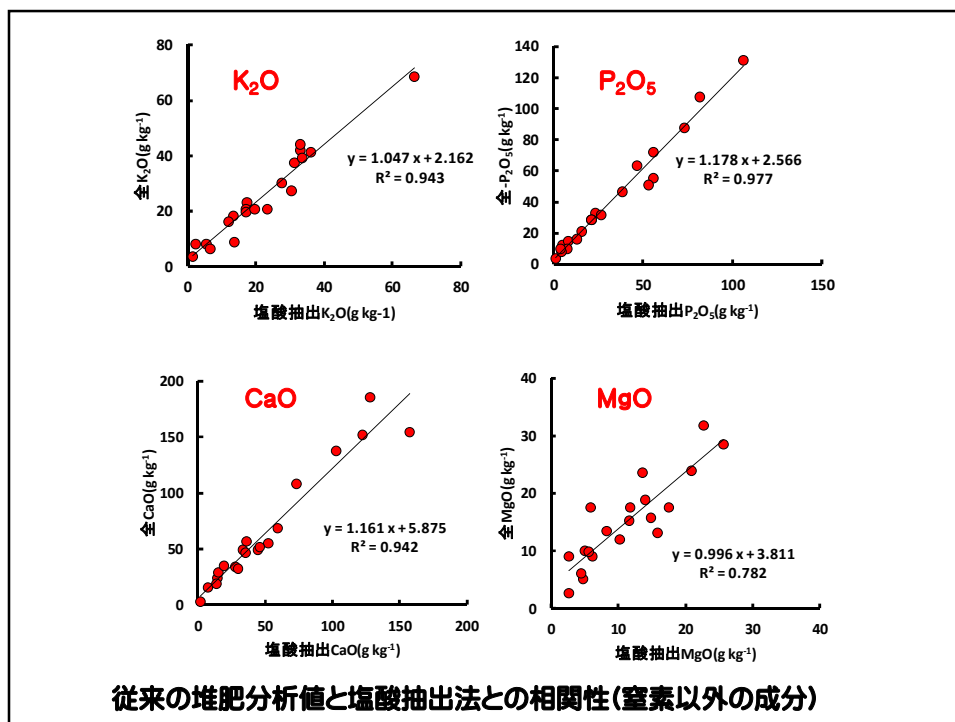
33



34



35



36

- ★ 家畜ふん堆肥施用指針には、0.5M/L 塩酸抽出法が有効
- ☆ 土壌診断分析と同一機器で測定できる。
- ☆ 肥料成分含有量表示ではなく、下表の表示がわかりやすい。

各堆肥を1t/10a施用した場合の肥料成分供給量(kg/10a) の事例

試料名	速効性窒素		リン酸 P ₂ O ₅	カリ K ₂ O	石灰 CaO	苦土 MgO
	NH ₄ -N	NO ₃ -N				
豚糞堆肥	6.9	0.0	32.9	9.4	84.4	19.6
鶏糞堆肥	5.8	0.1	17.9	10.5	58.1	10.9
牛糞堆肥	1.6	0.0	11.6	10.5	36.2	7.6

- ★ 例えば、牛糞堆肥を施用する場合；
- ☆ 牛糞堆肥を1t/10a施用するとリン酸10kg/10a・カリ10kg/10aが供給される。
- ☆ リン酸欠乏土壌では、牛糞堆肥を2t/10a施用すると、
リン酸20kg/10a・カリ20kg/10aが供給される。
- ☆ リン酸過剰土壌では、牛糞堆肥を1t/10a施用すると、
リン酸10kg/10a・カリ10kg/10aが供給される。

37

クエン酸抽出法による堆肥の速効性成分含有量の簡易分析法

堆肥を風乾させ均一化する。



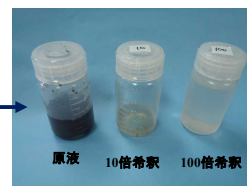
堆肥1gに2%クエン酸50mLを加える。



1分間手で振とう



純水で希釈する。



原液 10倍希釈 100倍希釈

硝酸態窒素

- (1)抽出液を10倍に希釈
- (2)試験紙を3秒間浸す。
- (3)60秒間反応させる。



(4) 呈色を比色表と比べる。

リン酸・カリ

- (1)抽出液を100倍に希釈
- (2)試験紙を10秒間浸す。
- (3)60秒間反応させる。



(4) 呈色を比色表と比べる。

アンモニア態窒素

- (1)10倍に希釈
- (2)3ml採取



(3)炭酸ナトリウム
約10mg添加



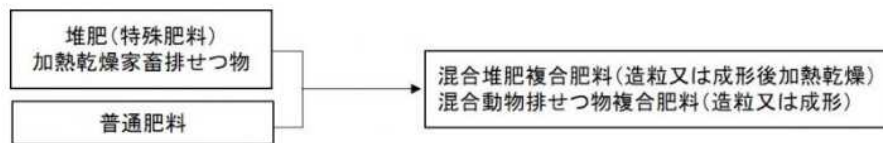
(4)30秒間試験紙を上下に振り、30秒間反応させる。



(5) 呈色を比色表と比べる。

38

『混合堆肥複合肥料』と『混合動物排せつ物複合肥料』の新設(平成24年9月より)



「混合堆肥複合肥料」

堆肥(動物の排せつ物または食品由来の有機物を主原料とするものに限る)を原料として生産された複合肥料

	N	NPK	C/N比※1	乾物混合比
家畜ふん堆肥	2%以上	5%以上	15以下	50%以下

「混合動物排せつ物複合肥料」

動物の排せつ物(牛又は豚の排せつ物を加熱乾燥したものに限る)を原料として生産された複合肥料

	N	NPK※2	乾物混合比
加熱乾燥した牛又は豚の排せつ物	2%以上	5%以上	70%以下

※1. 有機物に含まれるC(炭素)とN(窒素)の比率

※2. 含まれているN(窒素)とP(リン酸)とK(カリウム)を合わせた割合

39

市販されている「混合堆肥複合肥料」事例

No.	銘柄名	容量	保証値						堆肥割合	有機態窒素
			窒素	りん酸	加里	苦土	マンガン	ホウ素		
1	エコレット055	20kg	10	5	5				50	1.8
2	エコレット808	20kg	8	10	8				50	1.4
3	エコレット018	20kg	10	11	8				25	5.0
4	エコレット553	20kg	5	5	3	1			60	2.0
5	エコレット208	20kg	12	10	8		0.2	0.1	40	1.1
6	ニコとん488	20kg	14	8	8				25	0.9

40

岡山県の事例



写真3 夏まきキャベツ向け混合堆肥複合肥料【キャベツ一発堆肥入り037】



写真4 水稲用バルクブレンド肥料【エコペレ水稲中生一発221】



表2 夏まきキャベツ向け混合堆肥複合肥料の原料

(単位: %F0)	
原料	配合割合
堆肥 (三畜種混合 [※])	51.0
尿素	5.0
ハイパーCDU細粒5	22.0
硫酸カリ	10.0
鶏ふん燃焼灰	4.0
米ぬか	4.0
硫酸マグネシウム	3.8
ホウ砂	0.2

※牛ふん: 豚ふん: 鶏ふん=50:25:25

表4 バルクブレンド用混合堆肥複合肥料の原料

(単位: %F0)	
原料	配合割合
堆肥 (三畜種混合 [※])	6.0
鶏ふん堆肥	24.0
ひまし油かす	6.5
硫酸	27.5
尿素	4.0
リン安 (MAP)	6.0
塩化カリ	26.0

※牛ふん: 豚ふん: 鶏ふん=50:25:25

表5 バルクブレンド肥料の原料

(単位: %F0)	
原料	配合割合
バルクブレンド用混合堆肥複合肥料 (9.2-3.9-15.8)	65
硫酸尿素L100	10
硫酸尿素S100H	25

引用: 水木 剛(岡山県農林水産総合センター) 2020

41

『混合堆肥複合肥料』と『混合動物排せつ物複合肥料』の課題

- ★ 2018年の生産量は15業者67銘柄で6,800トンであった。
- ★ **製造上の課題**
 - ★ 混合堆肥複合肥料では混合した肥料を造粒または成型後に加熱乾燥することになっているため、堆肥と混合する普通肥料との相性の課題がある。
 - ★ 混合堆肥複合肥料に混合する窒素肥料としては尿素・硫酸アンモニウム(硫酸・IBやCDUなどの緩効性窒素肥料)がある。
 - 家畜ふん堆肥のpHは通常8~9であるので、アンモニウムイオンを含む肥料を混ぜればアンモニアガスが揮散する。
 - ★ 尿素では5%以上の混合で成型あるいは造粒した肥料の膨化や固結が発生する。
 - ★ 粒状のIBやCDUでは混合・成型により形状が破壊される。
- ★ **利用上の課題**
 - ★ 窒素の保証成分量が10%程度と高い銘柄や、三要素の保証成分量が同じような銘柄が多いため;
 - ★ それらの肥料施用だけでは土壌への十分な有機物の補給ができない。
 - ★ リン酸やカリが過剰化した畑土壌には適さない。

42

2020年12月1日に 「特殊肥料等入り指定混合肥料」が創設された

★「混合堆肥複合肥料」との相違点 ★

- ★ 堆肥混合割合に制限がない。
ただし、混合できる堆肥は、「特殊肥料」登録済みのものに限る。
- ★ 液状肥料を混合できる。
- ★ 強アルカリ性肥料と酸性・中性肥料を混合できる。
ただし、4週間ルールが適用される。
- ★ 造粒・成型後に加熱乾燥しなくてもよい。(造粒・成型しなくてもよい)

43

水田で使いたい「特殊肥料等入り指定混合肥料」

- ★ 省力化できる肥料
 - ★ 水田に必要な肥料成分を混合した肥料
 - ※ 有機物・窒素・リン酸・カリ・ケイ酸・アルカリ分・遊離酸化鉄・イオウ
 - ★ 窒素肥料の緩効化(脱プラスチック被覆)
 - ※ 化学合成緩効性窒素肥料
 - ※ 窒素を緩効化せず、追肥をドローンで散布する。
- ★ 具体事例
 - ★ 牛ふん堆肥 + 尿素などの窒素単肥
 - ★ 牛ふん堆肥 + 尿素などの窒素単肥
+ 製鋼スラグ + 硫酸マグネシウム
- ★ 尿素などの窒素単肥混合割合
 - ★ 有機物補給効果として、牛糞堆肥500kg/10a程度以上の施用
 - ★ ケイ酸と鉄補給効果として、
製鋼スラグ100kg/10a+硫酸マグネシウム20kg/10a程度の施用

44

- (1) 牛糞堆肥 : 0.5M/L 塩酸抽出による可給態成分で、
窒素:0.2% リン酸:1% カリ:1%
- (2) 尿素:窒素 46%
- (3) 製鋼スラグ:脱リンスラグ 可溶性けい酸20% アルカリ度40% 鉄分12%
- (4) 硫酸マグネシウム:水溶性苦土25%

牛糞堆肥 87%
脱リンスラグ 10%
硫酸マグネシウム 2%
尿素 1%

窒素	リン酸	カリ	アルカリ分	苦土	ケイ酸	鉄
0.6	1.1	0.9	7.5	1.3	2.0	1.2

45

野菜畑で使いたい「特殊肥料等入り指定混合肥料」

★ リン酸過剰畑では、L型あるいはV型

- (1) 牛糞堆肥 : 0.5M/L 塩酸抽出による可給態成分で、
窒素:0.2% リン酸:1% カリ:1%
- (2) 尿素:窒素 46%
- (3) NK化成肥料:窒素17% カリ17%

牛糞堆肥 95%
尿素 5%

窒素	リン酸	カリ
2.5	1.0	1.0

牛糞堆肥 70%
NK化成肥料 30%

窒素	リン酸	カリ
5.2	0.7	5.8

46

施設で使いたい「特殊肥料等入り指定混合肥料」

- ★ リン酸過剰ハウスでは、L型あるいはV型
- ★ 無硫酸イオンの混合
- ★ ノンストレス肥料の混合

- (1) 牛糞堆肥 : 0.5M/L 塩酸抽出による可給態成分で、
窒素:0.2% リン酸:1% カリ:1%
- (2) 尿素:窒素 46%
- (3) 硝酸カリ:窒素13% カリ43%

牛糞堆肥 95%
尿素 5%

窒素	リン酸	カリ
2.5	1.0	1.0

牛糞堆肥 75%
硝酸カリ 20%
尿素 5%

窒素	リン酸	カリ
5.1	0.8	9.4

47

生ごみ100%を原料とする国産リサイクル肥料



食品残さ加工肥料
「みどりくん」
2.5-1-1



特殊肥料
有機ペレット「みどりくん」
3-1-1

48

生ごみ100%の生ごみ肥料「みどりくん」



49

生ごみ堆肥「みどりくん」

株式会社ケミカルフォース名古屋工場
敷地面積：30,097平方メートル
処理能力：日量80トン
受入区分：一般廃棄物及び産業廃棄物（動植物性残渣）
設備特長：クローズド化システムによる酸素供給 ※特許取得



肥料成分: 3-1-1



- ★ 完熟堆肥のため土壌施用後
2~4週間、窒素の有機化が生じる。
- ★ 尿素・NK化成肥料を併用してメロン
ハウスに施用した。

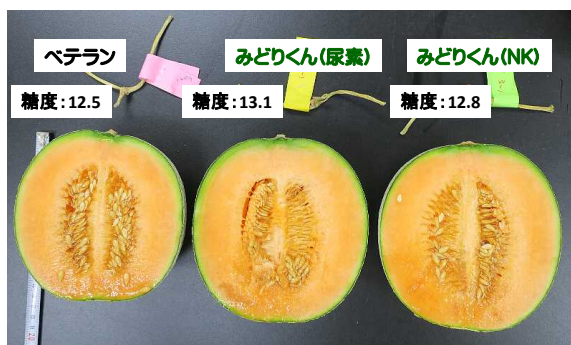
50

生ごみ堆肥「みどりくん」で「ふらのメロン」を作ってみた

試験区	平均重量 g (/20個)	変動率	最大(g)	最小 (g)
① 有機配合	1,644	14%	2,080	1,200
②みどりくん (尿素)	1,834	13%	2,270	1,410
③みどりくん (NK)	1,867	10%	2,240	1,530

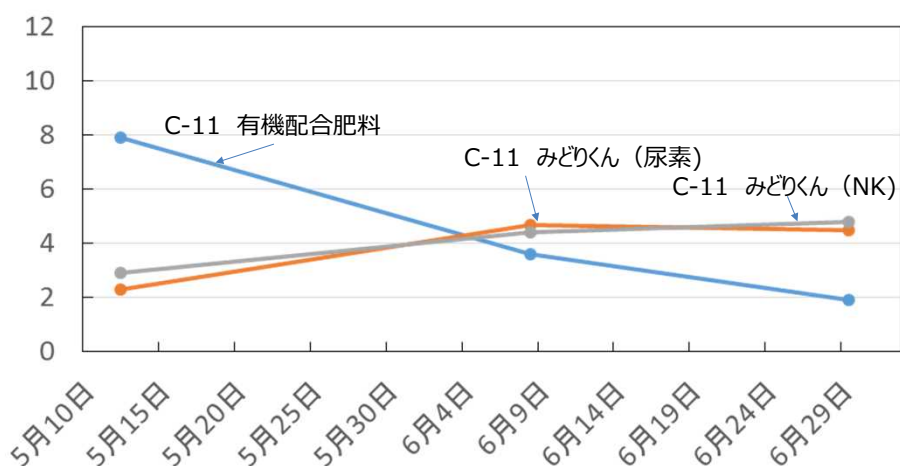


有機配合 みどりくん(尿素) みどりくん(NK)



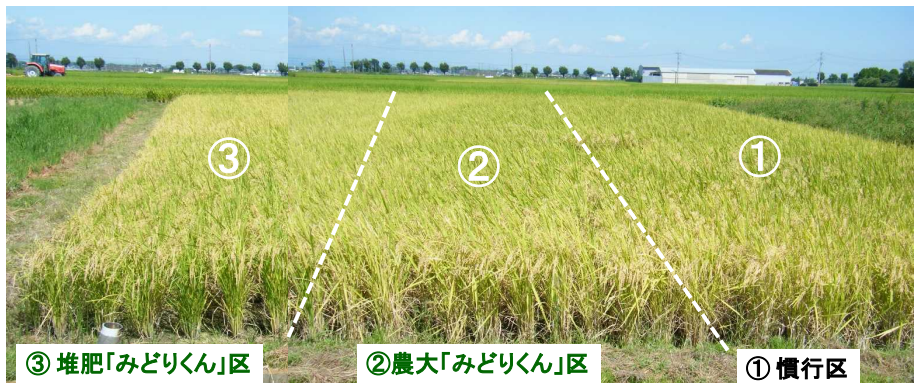
51

土壌中の硝酸態窒素 (mg/100g)



52

「みどりくん」でおいしい米が穫れた！



③ 堆肥「みどりくん」区

② 農大「みどりくん」区

① 慣行区

玄米収量 566kg/10a

549kg/10a

574kg/10a

食味値 79

81

72

タンパク 6.4%

6.1%

7.1%

埼玉県行田市での水稻栽培試験

食味計：静岡製機(株) GS-2000

★水稻(品種：彩のきずな)、慣行移植栽培

玄米収量・食味値・タンパク質含有量の比較

★「みどりくん」のおいしさの「秘密」は、窒素が「じわじわ」と効くこと

53

現状の農耕地土壌にマッチした 「特殊肥料等入り指定配合肥料」の品質と特性

★ 地力の低下が目立つ水田土壌

- ★ 土壌への有機物補給は、腐植を増やすためではなく、減らさないため。
 - ※ 腐植酸を施用すれば、腐植は増えるが、土壌動物・微生物の「えさ」にはならない。
 - ※ 疲弊した水田土壌には、土壌生物の「えさ」となるような有機物の補給が必要。
- ★ 湛水化する水田では、有機物分解を担う糸状菌(かび)の活性が低いため
 - 予め有機物を分解した「堆肥」の施用が合理的。

★ 最近の「有機ブーム」により、水田土壌の可給態リン酸が増加傾向。

- ※ 可給態リン酸30mg/100g程度以上の水田では、L型あるいはV型肥料。

★ 「土のメタボ化」が目立つ園芸土壌

- ★ メタボ化(リン酸・カリ過剰)の主な原因は、家畜糞堆肥の過剰施用。
- ★ 堆肥を肥料として活用する。
 - ※ 堆肥のリン酸含有量を基準に施用量を設定し、不足する窒素・カリを化学肥料で補うようなL型・V型の「指定混合肥料」が合理的。
- 特に、施設園芸用「指定混合肥料」には、
 - 無硫酸イオンあるいはノンストレス肥料の混合が合理的。



- ★ 「環境にやさしい農業の実践」「健康な土づくり」には、
 - 有機一辺倒ではなく、適切な化学肥料の併用が不可欠。

本日は、ご清聴ありがとうございました。

54