

こまつなに対する生ごみコンポスト
「土の源 1 2 号」の施用効果

平成 23 年 3 月

(2011.3)

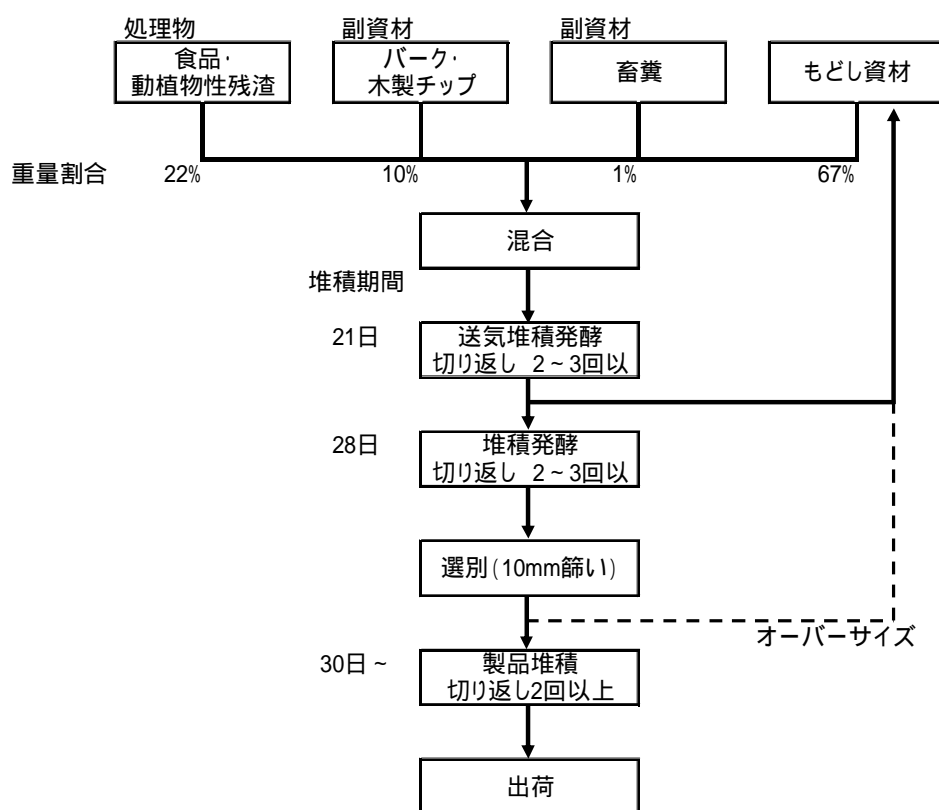
北海道立総合研究機構 中央農業試験場

農業環境部 栽培環境グループ

背景および目的

札幌市では、地域で排出される生ごみを分別・たい肥化し、これを農家が活用し、生産された農産物を地元で食材として活用するという地域内循環の実現を目指した「生ごみ堆肥化推進事業」に取り組んでいる。

当該事業では、スーパー等の食品廃棄物を主な原料とし、これに剪定枝を用いた木製チップを混ぜて発酵させ、年間 2 千トン程度の生ごみたい肥を生産している。製造工程を下に示す。



この生ごみたい肥は事業系生ごみたい肥に分類され、牛ふんを主原料とするたい肥に比べ窒素分を多く含む特性を持つが、現在、活用先の拡大が大きな課題の一つとなっている。その理由は、生ごみたい肥は肥効が明らかにされていないとして、農家の需要が少ないためである。このため、生ごみたい肥の肥効特性を明確にし、効果的な活用法を示すことが求められている。特に、牛ふんたい肥などに比べて窒素含有量が多いため、施用量の上限や施用に伴う窒素減肥量を示し、農地に過剰な養分が蓄積するのを防ぐ必要がある。

以上の背景から、本試験では、貴重な有機質資源の地域内循環促進の一助として、当該事業で生産される生ごみたい肥（特殊肥料「土の源（もと）12号」）の窒素肥効特性を明らかにし、こまつなに対する効果的な活用法を示す。

・試験方法

1. 生ごみたい肥の特性

1) 生ごみたい肥の成分

生ごみたい肥を 40℃ で通風乾燥後、粉碎し硫酸 - 過酸化水素または硝酸 - 過塩素酸で分解して、無機成分を分析した。炭素はチューリン法で測定した。

2) 生ごみたい肥の窒素放出過程(圃場埋設試験)

プランクtonネット袋に試料 5g を入れ、地中深 10cm 部位に 5 月下旬に埋設し、1 ヶ月ごとに採取して残存窒素量から窒素放出率(放出窒素量 / 全窒素量)を調査した。

2. こまつなに対する生ごみたい肥の施用効果

生ごみたい肥は、毎年、春作の播種直前に化学肥料と同時に全層施用した。化学肥料は硫酸、過リン酸石灰、硫酸カリを施用した。

1) 生ごみたい肥からの窒素供給量の評価(露地栽培)

試験年次：平成 20 年～22 年

供試圃場：中央農試場内圃場(褐色低地土)

供試品種：河北

耕種概要：春作 - 夏作 - 秋作の年 3 作で栽培した。播種日、収穫日を表に示す。

試験年次	春作		夏作		秋作	
	播種	収穫	播種	収穫	播種	収穫
平成20年	5/23	6/26	7/15	8/12	9/5	10/3
平成21年	5/21	6/18	7/31	8/22	9/4	10/1
平成22年	5/24	6/21	7/8	8/2	9/6	10/7

栽植密度は 133.3 株 (5cm × 15cm)

処理区：生ごみたい肥の施用量 5 水準 (0、0.5、1、1.5、2t/10a) を 2 反復で設置し、3 年間連用した。化学肥料窒素は施用せず、リン酸、カリは標準量 (P₂O₅ : 10kg/10a、K₂O : 12kg/10a) を施用した。

供試圃場の土壌化学性

圃場	pH (H ₂ O)	EC (mS/cm)	腐植 (%)	熱抽窒素 (mg/100g)	トルオーグリン酸 (mg/100g)	交換性塩基(mg/100g)			CEC (me/100g)
						K ₂ O	MgO	CaO	
露地	6.0	0.08	4.5	4.0	17	25	43	235	16.4
ハウス	6.4	0.10	4.2	5.8	20	33	63	176	13.4

2) 生ごみたい肥施用時の窒素減肥可能量の査定(露地栽培)

試験年次、供試圃場、供試品種、耕種概要は1)と同じ

処理区：対照区は窒素 - リン酸 - カリを標準量(12 - 10 - 12kg/10a)施用した。生ごみたい肥施用区は生ごみたい肥を1t/10a施用し、各処理区で表のとおり化学肥料窒素を施用した。リン酸、カリは標準量を施用した。各処理を2反復設置した。

窒素減肥可能量査定試験の処理区(露地栽培)

試験年次	処理区*	たい肥 施用年数	たい肥施用量 (t/10a)	化学肥料窒素施用量(kg/10a)		
				春作	夏作	秋作
平成20年	対照区	0	0	12	12	12
	単用2-2-2	1	1	10	10	10
平成21年	対照区	0	0	12	12	12
	単用3-1-1	1	1	9	11	11
	2連3-1-1	2	1	9	11	11
平成22年	対照区	0	0	12	12	12
	単用3-1-1	1	1	9	11	11
	2連6-2-1	2	1	6	10	11
	3連6-2-1	3	1	6	10	11

*数字はそれぞれ春作 - 夏作 - 秋作の窒素減肥量を意味する

3) 生ごみたい肥施用時の窒素減肥可能量の査定(ハウス栽培)

試験年次：平成21年～22年

供試圃場：中央農試場内のビニルハウス圃場(黒ボク土客土)

供試品種：河北

耕種概要：春作 - 夏作 - 秋作の年3作で栽培した。播種日、収穫日を表に示す。

年次	春作		夏作		秋作	
	播種	収穫	播種	収穫	播種	収穫
平成21年	5/21	6/17	7/14	8/5	9/8	10/4
平成22年	5/25	6/23	7/8	7/30	9/6	10/7

栽植密度は133.3株(5cm×15cm)

処理区：対照区は窒素 - リン酸 - カリを標準量(12 - 10 - 12kg/10a)施用した。生ごみたい肥施用区は生ごみたい肥を0.5、1、2t/10a施用し、各処理区で表のとおり化学肥料窒素を施用した。リン酸、カリは標準量を施用した。各処理を2反復設置した。

窒素減肥可能量査定試験の処理区(ハウス栽培)

試験年次	処理区*	たい肥 施用年数	たい肥施用量 (t/10a)	化学肥料窒素施用量(kg/10a)		
				春作	夏作	秋作
平成21年	対照区	0	0	12	12	12
	0.5t単用	2.25-0.75-0.75	1	0.5	9.75	11.25
	1t単用	4.5-1.5-1.5	1	1	7.5	10.5
	2t単用	9-3-3	1	2	3	9
平成22年	対照区	0	0	12	12	12
	0.5t単用	1.8-0.6-0.6	1	0.5	10.2	11.4
	1t単用	3.6-1.2-1.2	1	1	8.4	10.8
	0.5t・2連	3.6-1.2-0.6	2	0.5	8.4	10.8
	1t・2連	7.2-2.4-1.2	2	1	4.8	9.6
	2t・2連	14.4-2.8-2.4	2	2	0	9.2

*数字はそれぞれ春作 - 夏作 - 秋作の窒素減肥量を意味する

・試験結果及び考察

1. 生ごみたい肥の特性

1) 生ごみたい肥の成分

供試した生ごみたい肥の成分を表1に示す。窒素は3.7%、炭素は37.9%で、C/N比は10.2であった。リン酸は2.1%、カリは2.4%であった。重金属の濃度は低く、生ごみたい肥施用による重金属汚染の懸念は小さいと考えられた。また、ナトリウム濃度は一般の事業系生ごみたい肥並で、施用による塩類蓄積の問題も少ないと判断した。

表2に製造業者より提供された各年次の生ごみたい肥分析値を示す。窒素は4%前後で、C/N比は11前後であった。生産工程については、原料の配合割合が遵守されており、各資材の投入量や発酵温度の記録取り、製品ロットごとの外部機関への養分含有率の分析委託、C/N比は15以下となるように留意するなど、品質管理も適切に行われている。

なお、本生ごみたい肥の選別は10mmの篩いで行われるが、平成22年は手違いにより20mmの篩いで選別され、副資材のバークやチップが通常より多く混入したものが供試された。生ごみたい肥の特殊肥料としての届け出は10mm選別でされているため、今後も20年産、21年産のものと同様の資材が供給されると判断し、本成績をまとめた。

表1. 供試生ごみたい肥の成分（乾物あたり）

C	N	C/N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	Na ₂ O	As	Cd	Hg	現物水分
(%)	(%)				(%)				(ppm)		(%)
37.9	3.7	10.2	2.1	2.4	4.4	0.4	1.1	0.8	0.2	0.044	41.0

表2. 生ごみたい肥の成分（乾物あたり、製造業者より提供）

年次	C	N	C/N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	Na ₂ O	現物水分
	(%)	(%)				(%)			(%)
平成19年	42.5	3.6	11.8	1.8	1.7	4.9	0.3	1.3	28.1
平成20年	44.7	4.1	10.9	2.1	1.4	4.5	0.4	0.9	39.0
平成21年	44.4	3.7	12.0	1.6	1.7	3.9	0.4	0.9	35.4
平成22年	46.0	4.0	11.5	2.4	2.4	7.5	0.5	1.1	31.3

2) 生ごみたい肥の窒素放出過程(圃場埋設試験)

当年の生ごみたい肥を供試し、露地畑では平成 20～21 年の 2 カ年、ハウスでは平成 21 年の 1 カ年圃場埋設試験を行い、窒素放出過程を調査した。

露地畑では、平成 20 年は、埋設後 30 日で 25%、60 日で 30% 程度の放出が認められた。平成 21 年は前年より放出率がやや高く、30 日で 29%、60 日で 33% 程度であった。

一方、ハウスでは、平成 21 年に 30 日で 25%、60 日で 40% 程度放出した。ハウスでの放出率は露地のおよそ 1.2 倍程度で、これは露地に比べ地温が高く推移したためと推察される。

以上のことから、生ごみたい肥はおおむね施用 60 日までで速効性の窒素を放出し、以降はほとんど放出しないこと、また、露地よりも地温の高いハウスでより高い肥効が期待出来ることが明らかとなった。

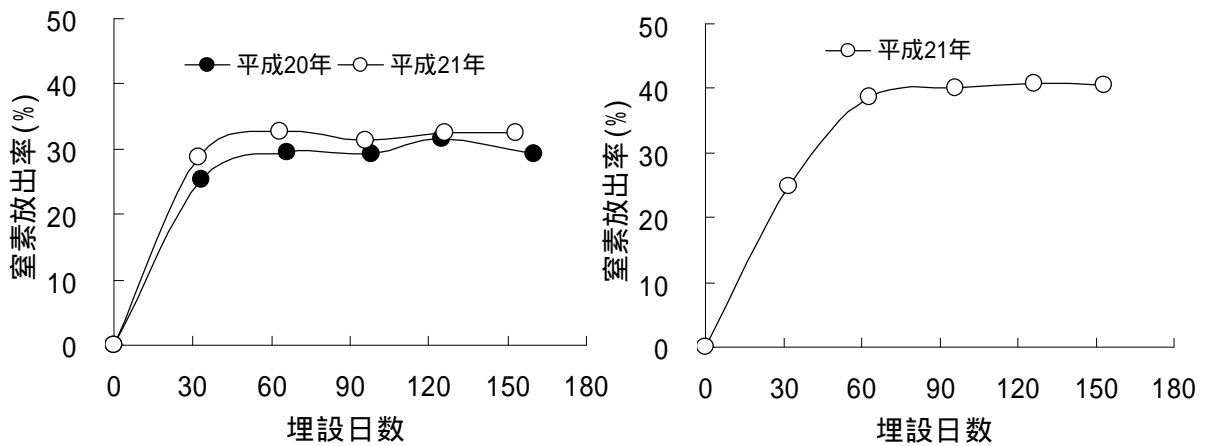


図1 . 圃場条件下での窒素放出過程 (左: 露地畑、右: ハウス)

3) 小括

・生ごみたい肥の窒素含有率は 4% 前後であった。また、窒素放出の大半は施用 60 日までに生じ、以降の放出はほとんど見られなかった。

・ハウスでは露地に比べて生ごみたい肥の窒素放出率が高く、放出率は露地のおよそ 1.2 倍程度と見積もられた。

2. こまつなに対する生ごみたい肥の施用効果

1) こまつなの生ごみたい肥由来の窒素吸収量の評価(露地栽培)

平成 20～22 年の 3 力年にわたって生ごみたい肥を連用し、こまつなを年 3 作(春作、夏作、秋作)栽培して、生ごみたい肥由来の窒素吸収量を検討した。

こまつなの収量・窒素吸収量を表 3 に示す。いずれの年次・作型でも、生ごみたい肥施用量が増えるにつれて、収量・窒素吸収量が増加する傾向を示した。

表 3 . 生ごみたい肥施用時のこまつなの収量・窒素吸収量

たい肥 連用年数	たい肥施用量 (t/10a)	春作(kg/10a)		夏作(kg/10a)		秋作(kg/10a)	
		総収量	窒素吸収量	総収量	窒素吸収量	総収量	窒素吸収量
1年 (平成 20年)	0	100	1.8	186	2.7	106	2.9
	0.5	232	3.1	248	3.3	137	3.6
	1	323	4.9	295	3.7	144	3.7
	1.5	446	7.2	369	5.0	176	4.7
	2	500	7.7	341	4.5	168	4.6
2年 (平成 21年)	0	70	1.5	75	2.2	30	1.1
	0.5	205	4.3	130	3.3	48	1.6
	1	316	8.8	156	4.1	49	1.6
	1.5	341	10.3	160	4.1	65	2.1
	2	378	12.5	211	5.1	54	1.7
3年 (平成 22年)	0	71	1.5	157	4.1	192	5.6
	0.5	98	2.2	208	5.0	282	8.3
	1	143	4.2	219	5.0	277	8.2
	1.5	131	2.9	278	6.5	355	9.8
	2	144	3.6	275	6.3	319	8.6

注)化学肥料窒素は無施用

生ごみたい肥 0t 区の窒素吸収量を地力由来の窒素吸収量とし、生ごみたい肥施用区の窒素吸収量から地力由来の窒素吸収量を差し引いて生ごみたい肥由来の窒素吸収量を求め、たい肥 1t あたりに換算すると、施用初年目(平成 20 年)は春作 - 夏作 - 秋作で 3.1 - 1.1 - 1.1 kg/10a の計 5.3kg/10a、連用 2 年目(平成 21 年)は 6.1 - 1.7 - 0.7 kg/10a の計 8.5kg/10a、連用 3 年目(平成 22 年)は 1.5 - 1.3 - 3.1 kg/10a の計 5.9kg/10a と見積もられた(表 4)。

表 4 . 生ごみたい肥由来の堆肥 1t あたりの窒素吸収量

たい肥 施用年数	年次	たい肥 1t に由来する窒素吸収量(kg/10a)			
		春作	夏作	秋作	合計
1年	平成20年	3.1	1.1	1.1	5.3
2年	平成21年	6.1	1.7	0.7	8.5
3年	平成22年	1.5	1.3	3.1	5.9

生ごみたい肥 3 年連用後のこまつな栽培跡地の土壌化学性を表 5 に示す。熱水抽出性窒素は生ごみたい肥施用量が増えるにつれて増加する傾向を示し、生ごみたい肥施用は易分解性窒素の富化効果が高いことが示唆された。その他の項目は、2t 施用区においても、生ごみたい肥無施用区に比べ大きな差は見られなかった。

表5．露地における生ごみたい肥3年連用後の跡地土壌の土壌化学性（平成22年）

堆肥施用量 (t/10a)	pH (H ₂ O)	EC (mS/cm)	腐植 (%)	熱抽窒素 (mg/100g)	トルオーグリン酸 (mg/100g)	交換性塩基(mg/100g)			CEC (me/100g)
						K ₂ O	MgO	CaO	
0	5.2	0.13	4.6	3.7	26	37	29	206	12.6
0.5	5.2	0.15	4.3	4.2	30	40	31	228	13.7
1	5.3	0.14	4.2	4.5	26	42	36	220	12.3
1.5	5.4	0.15	4.7	6.0	34	44	31	235	13.2
2	5.4	0.16	4.6	5.7	25	39	34	220	13.7

2) 生ごみたい肥施用時の窒素減肥可能量の査定(露地栽培)

生ごみたい肥を1t施用した露地圃場において、こまつなを春作、夏作、秋作の年3作で栽培し、平成20～22年の3カ年にわたって減肥可能量を検討した。

平成20年は、春作 - 夏作 - 秋作において、生ごみたい肥1tにつき化学肥料窒素を2kg/10a減肥したところ、夏作で対照区に比べてやや減収したが、春作、秋作においては対照区と同等の収量を確保できた(表6)。窒素吸収量は春作、夏作で対照区に比べ2kg/10a少なかった。

表6．露地栽培における窒素減肥処理がこまつなの生育・収量におよぼす影響(平成20年)

作型	処理区*1	化学肥料 窒素施用量 (kg/10a)*2	草丈 (cm)	葉数 (枚)	収量(kg/a)		収量比	窒素 吸収量 (kg/10a)
					調製前	調製後		
春作	対照区	12(0)	34.8	7.0	908	798	100	18.0
	単用 2-2-2	10(2)	34.7	7.1	889	778	97	16.0
夏作	対照区	12(0)	34.4	8.0	746	720	100	18.9
	単用 2-2-2	10(2)	33.6	7.8	694	666	92	16.9
秋作	対照区	12(0)	29.5	6.8	440	412	100	15.0
	単用 2-2-2	10(2)	29.1	7.0	445	420	102	15.0

*1: 数字は春作 - 夏作 - 秋作の窒素減肥量

*2: ()内は減肥した化学肥料窒素量

平成21年は表4に基づき、春作 - 夏作 - 秋作において、生ごみたい肥単年施用、2年連用ともに、生ごみたい肥1tにつき化学肥料窒素を3-1-1kg/10a減肥したところ、春作では単年施用、2年連用ともに対照区と同等の収量、窒素吸収量が得られた(表7)。夏作、秋作においては、生ごみたい肥施用区が対照区に比べ多収の傾向を示し、2年連用区で対照区より1割以上増収した。前年に施用した生ごみたい肥の残効が増収に寄与したと考えられる。

表7. 露地栽培における窒素減肥処理がこまつなの生育・収量におよぼす影響（平成21年）

作型	処理区 ^{*1}	化学肥料 窒素施用量 (kg/10a) ^{*2}	草丈 (cm)	葉数 (枚)	収量(kg/a)		収量比	窒素 吸収量 (kg/10a)
					調製前	調製後		
春作	対照区	12(0)	29.4	7.0	443	402	100	16.1
	単用 3-1-1	9(3)	28.8	7.1	443	401	100	16.3
	2連 3-1-1	9(3)	29.0	7.1	457	415	103	16.9
夏作	対照区	12(0)	27.6	6.6	367	340	100	13.5
	単用 3-1-1	11(1)	28.0	6.4	393	365	107	13.5
	2連 3-1-1	11(1)	28.9	6.7	427	398	117	14.9
秋作	対照区	12(0)	23.5	6.5	298	273	100	12.3
	単用 3-1-1	11(1)	23.9	6.4	297	271	99	12.2
	2連 3-1-1	11(1)	24.5	6.4	335	306	112	12.5

*1: 数字は春作 - 夏作 - 秋作の窒素減肥量

*2: ()内は減肥した化学肥料窒素量

平成22年も表4に基づき、春作 - 夏作 - 秋作において、生ごみたい肥単年施用は生ごみたい肥1tにつき化学肥料窒素を3-1-1kg/10a、2年連用、3年連用は生ごみたい肥1tにつき化学肥料窒素を6-2-1kg/10a 減肥した。しかし、生ごみたい肥の特性が前年までと異なったことから、単年施用区、2年連用区はいずれの作型においても対照区に比べて減収した。3年連用区では夏作では対照区と同等の収量、窒素吸収量を確保できたが、春作、秋作では減収し、窒素吸収量も3kg/10a 少なかった。

表8. 露地栽培における窒素減肥処理がこまつなの生育・収量におよぼす影響（平成22年）

作型	処理区 ^{*1}	化学肥料 窒素施用量 (kg/10a) ^{*2}	草丈 (cm)	葉数 (枚)	収量(kg/a)		収量比	窒素 吸収量 (kg/10a)
					調製前	調製後		
春作	対照区	12(0)	29.8	6.9	461	436	100	10.9
	単用 3-1-1	9(3)	25.4	6.7	395	376	86	11.1
	2連 6-2-1	6(6)	27.5	6.8	405	383	88	7.9
	3連 6-2-1	6(6)	27.4	6.8	428	402	92	7.9
夏作	対照区	12(0)	28.7	7.1	476	462	100	13.9
	単用 3-1-1	11(1)	27.6	7.1	398	382	83	10.7
	2連 6-2-1	10(2)	28.1	6.9	409	392	85	10.8
	3連 6-2-1	10(2)	29.5	7.0	481	463	100	13.8
秋作	対照区	12(0)	33.2	7.3	718	692	100	22.3
	単用 3-1-1	11(1)	30.3	7.0	583	561	81	19.3
	2連 6-2-1	11(1)	30.4	7.1	623	601	87	19.3
	3連 6-2-1	11(1)	32.2	7.1	618	596	86	19.2

*1: 数字は春作 - 夏作 - 秋作の窒素減肥量

*2: ()内は減肥した化学肥料窒素量

こまつなの養分含有率を表9に示す。生ごみたい肥施用区と対照区との間には明瞭な差は認められなかった。

表9．露地栽培における生ごみたい肥施用時のこまつなの養分含有率

試験年次	作型	処理区	乾物重 (kg/a)	N P ₂ O ₅ K ₂ O CaO MgO					硝酸塩含量 (mg/100g FW)
				(%)					
平成20年	春作	対照区	44.6	3.8	1.5	8.8	2.5	0.7	100
		単用 2-2-2	40.9	3.9	1.6	10.1	2.9	0.8	81
	夏作	対照区	35.6	5.3	1.5	9.6	3.0	0.9	259
		単用 2-2-2	34.3	4.9	1.5	9.3	2.8	0.8	210
	秋作	対照区	23.9	6.3	1.5	8.3	3.5	0.9	321
		単用 2-2-2	24.4	6.2	1.5	8.1	3.4	0.9	267
平成21年	春作	対照区	23.0	7.0	1.4	9.3	3.5	0.9	468
		単用 3-1-1	22.7	7.2	1.5	9.7	3.5	0.9	446
		2連 3-1-1	23.5	7.2	1.4	9.9	3.5	0.9	442
	夏作	対照区	16.3	8.3	1.8	10.9	3.6	1.1	602
		単用 3-1-1	17.2	7.9	1.8	11.0	3.5	1.1	565
		2連 3-1-1	17.9	7.7	1.8	10.9	3.4	1.1	525
秋作	対照区	17.5	7.1	1.5	8.8	3.4	1.0	379	
	単用 3-1-1	16.8	7.3	1.6	8.3	3.6	1.0	438	
		2連 3-1-1	18.5	6.7	1.6	9.2	3.3	1.0	327

窒素減肥可能量査定試験における、生ごみたい肥 1t 施用時の減肥量、収量、対照区との収量比、窒素吸収量の差を表10に示す。生ごみたい肥単年施用の春作については、20年、21年ともに収量、窒素吸収量が対照区と同等もしくはそれ以上であったことから、2~3kg/10aの減肥が可能と判断した。また、夏作、秋作でも20年、21年ともに対照区と同等もしくはそれ以上であったことから、1kg/10aの減肥可能と判断した。生ごみたい肥連用時は、21年で収量、窒素吸収量が対照区と同等もしくは増加していることや、表4より連用時の生ごみたい肥からの窒素吸収量が単年施用時より増加しているから、単年施用時よりは減肥できると判断し、露地での生ごみたい肥 1t あたりの窒素減肥可能量を表11に示した。なお、22年については、生ごみたい肥の特性が異なったことから、例外扱いとした。

表10．露地栽培における窒素減肥可能量査定試験の生ごみたい肥施用区と対照区との比較

たい肥 施用年数	試験年次	春作				夏作				秋作			
		減肥量 (kg/10a)	収量 (kg/a)	収量比	窒素吸 収量差 (kg/10a)	減肥量 (kg/10a)	収量 (kg/a)	収量比	窒素吸 収量差 (kg/10a)	減肥量 (kg/10a)	収量 (kg/a)	収量比	窒素吸 収量差 (kg/10a)
1	平成20年	2	889	97	-2.0	2	694	92	-2.0	2	445	102	±0
	平成21年	3	443	100	+0.8	1	393	107	±0	1	297	99	-0.1
2	平成21年	3	457	103	+0.8	1	427	117	+1.4	1	335	112	+0.2

注) 収量比は対照区100とした時の比、窒素吸収量差は対照区との差を示す

表11．露地栽培での生ごみたい肥 1t あたりの窒素減肥

たい肥施用年数 作型	初年目			2年連用		
	春作	夏作	秋作	春作	夏作	秋作
窒素減肥可能量 (kg/10a)	2~3	1	1	3~4	1~2	1

3) 生ごみたい肥施用時の窒素減肥可能量の査定(ハウス栽培)

こまつなはほとんどがハウスで栽培されるため、ハウスの窒素減肥可能量の設定が重要である。そこで、ハウスにおいてこまつなを春作、夏作、秋作の年3作で栽培し、平成21～22年の2カ年にわたって減肥可能量を検討した。22年産の生ごみたい肥は21年産と特性が異なるが、埋設試験によりハウスでは露地よりも肥効が期待できると判断した。

平成21年は、ハウスにおける生ごみたい肥1tあたりの窒素減肥量を露地栽培での生ごみたい肥由来の窒素吸収量分(3-1-1kg/10a)の1.5倍(4.5-1.5-1.5kg/10a)として栽培したところ、生ごみたい肥の施用量に関わらず、収量は春作では対照区に比べて増加し、夏作、秋作ではほぼ同等であった(表12)。生ごみたい肥施用区の窒素吸収量は3作とも対照区と同等であった。

表12. ハウス栽培における窒素減肥処理がこまつなの生育・収量におよぼす影響(平成21年)

作型	処理区 ^{*1}	化学肥料 窒素施用量 (kg/10a) ^{*2}	草丈 (cm)	葉数 (枚)	収量(kg/a)		収量比	窒素 吸収量 (kg/10a)
					調製前	調製後		
春作	対照区	12(0)	26.4	6.4	319	281	100	11.9
	0.5t単用 2.25-0.75-0.75	9.75(2.25)	27.7	6.6	342	303	108	11.9
	1t単用 4.5-1.5-1.5	7.5(4.5)	27.4	6.6	356	316	112	11.8
	2t単用 9-3-3	3(9)	26.7	6.8	365	325	116	12.3
夏作	対照区	12(0)	23.5	6.3	243	219	100	11.1
	0.5t単用 2.25-0.75-0.75	11.25(0.75)	22.9	6.3	236	211	97	10.8
	1t単用 4.5-1.5-1.5	10.5(1.5)	23.3	6.1	229	206	94	10.7
	2t単用 9-3-3	9(3)	23.5	6.2	245	221	101	10.4
秋作	対照区	12(0)	25.0	5.9	233	207	100	10.8
	0.5t単用 2.25-0.75-0.75	11.25(0.75)	24.2	6.0	230	203	98	10.6
	1t単用 4.5-1.5-1.5	10.5(1.5)	24.6	5.9	229	203	98	10.6
	2t単用 9-3-3	9(3)	25.6	5.9	257	227	110	11.4

*1: 数字は春作・夏作・秋作の窒素減肥量

*2: ()内は減肥した化学肥料窒素量

平成22年は、埋設試験の結果(図1)から生ごみたい肥1tあたりの窒素減肥量を、露地の生ごみたい肥由来窒素吸収量分の1.2倍(単年施用:3.6-1.2-1.2kg/10a、2年連用:7.2-2.4-1.2kg/10a)として栽培した。収量はいずれの生ごみたい肥施用量、施用年数においても、春作で対照区に比べて増加し、夏作、秋作では対照区と同等であった(表13)。窒素吸収量は2年連用区で対照区よりやや少ない傾向にあったが、減収している区は見られなかった。露地栽培においては生ごみたい肥の窒素放出特性の違いにより、生ごみたい肥施用に伴う減肥で減収する場合があったが、ハウス栽培ではそのような傾向は認められなかった。

表 1 3 . ハウス栽培における窒素減肥処理がこまつなの生育・収量におよぼす影響 (平成 22 年)

作型	処理区 ^{*1}	化学肥料 窒素施用量 (kg/10a) ^{*2}	草丈 (cm)	葉数 (枚)	収量(kg/a)		収量比	窒素 吸収量 (kg/10a)
					調製前	調製後		
春作	対照区	12(0)	20.7	5.8	206	181	100	6.3
	0.5t単用 1.8-0.6-0.6	10.2(1.8)	21.5	6.1	234	212	117	7.4
	1t単用 3.6-1.2-1.2	8.4(3.6)	22.6	6.3	278	253	140	8.4
	0.5t・2連 3.6-1.2-0.6	8.4(3.6)	22.9	6.2	275	250	138	8.2
	1t・2連 7.2-2.4-1.2	4.8(7.2)	21.2	6.2	234	207	114	5.6
	2t・2連 14.4-2.8-2.4	0(12)	20.4	6.0	230	207	114	6.1
夏作	対照区	12(0)	29.4	7.2	399	367	100	11.9
	0.5t単用 1.8-0.6-0.6	11.4(0.6)	29.4	7.1	406	378	103	11.1
	1t単用 3.6-1.2-1.2	10.8(1.2)	29.5	7.2	401	370	101	11.8
	0.5t・2連 3.6-1.2-0.6	10.8(1.2)	29.5	7.2	419	391	107	11.5
	1t・2連 7.2-2.4-1.2	9.6(2.4)	29.3	7.1	393	366	100	11.9
	2t・2連 14.4-2.8-2.4	9.2(2.8)	29.2	7.1	404	376	103	10.2
秋作	対照区	12(0)	34.7	7.3	658	604	100	17.8
	0.5t単用 1.8-0.6-0.6	11.4(0.6)	34.0	7.3	627	596	99	17.5
	1t単用 3.6-1.2-1.2	10.8(1.2)	33.3	7.4	638	605	100	18.3
	0.5t・2連 3.6-1.2-0.6	10.8(1.2)	33.5	7.2	654	620	103	16.3
	1t・2連 7.2-2.4-1.2	10.8(1.2)	34.0	7.3	649	612	101	16.9
	2t・2連 14.4-2.8-2.4	9.6(2.4)	34.6	7.4	641	623	103	16.6

*1: 数字は春作・夏作・秋作の窒素減肥量

*2: () 内は減肥した化学肥料窒素量

ハウス栽培のこまつなの養分含有率を表 1 4 に示す。生ごみたい肥施用区と対照区との間には明瞭な差は認められなかった。

表 1 4 - 1 . ハウス栽培における生ごみたい肥施用時のこまつなの養分含有率

試験年次	作付期間	処理区	乾物重 (kg/a)	N P ₂ O ₅ K ₂ O CaO MgO					硝酸塩含量 (mg/100g FW)
				(%)					
平成 21年度	春作	対照区	18.1	6.6	1.6	9.5	2.1	1.6	449
		0.5t単用 2.25-0.75-0.75	18.7	6.4	1.7	9.6	2.2	1.4	373
		1t単用 4.5-1.5-1.5	18.8	6.3	1.7	10.1	2.2	1.4	366
		2t単用 9-3-3	19.1	6.5	1.6	8.4	2.4	1.5	325
	夏作	対照区	12.4	8.1	1.5	10.2	2.7	1.7	671
		0.5t単用 2.25-0.75-0.75	11.9	8.1	1.6	9.2	2.8	1.6	651
		1t単用 4.5-1.5-1.5	11.5	8.3	1.6	9.3	2.6	1.6	660
		2t単用 9-3-3	11.9	7.9	1.7	9.2	2.7	1.6	615
	秋作	対照区	13.3	8.1	1.4	10.0	2.8	1.7	379
		0.5t単用 2.25-0.75-0.75	13.0	8.2	1.5	9.1	2.9	1.6	438
		1t単用 4.5-1.5-1.5	12.8	8.2	1.6	9.1	2.8	1.7	353
		2t単用 9-3-3	13.7	8.3	1.6	9.4	2.8	1.6	327

表 1 4 - 2 . ハウス栽培における生ごみたい肥施用時のこまつなの養分含有率

試験年次	作付期間	処理区	乾物重 (kg/a)	N P ₂ O ₅ K ₂ O CaO MgO				硝酸塩含量 (mg/100g FW)	
				%					
平成 22年度	春作	対照区	13.0	4.8	1.7	5.4	2.6	0.7	58
		0.5t単用 1.8-0.6-0.6	14.8	5.1	1.9	5.1	2.9	0.6	128
		1t単用 3.6-1.2-1.2	15.8	5.4	2.0	4.9	3.0	0.6	121
		0.5t・2連 3.6-1.2-0.6	16.0	5.1	1.8	5.2	2.9	0.6	117
		1t・2連 7.2-2.4-1.2	15.5	3.6	1.8	5.4	2.3	0.7	41
		2t・2連 14.4-2.8-2.4	14.4	4.3	2.0	5.5	2.4	0.6	41
	夏作	対照区	16.6	7.2	1.9	3.8	4.0	0.6	409
		0.5t単用 1.8-0.6-0.6	16.8	6.6	1.9	4.1	4.3	0.6	318
		1t単用 3.6-1.2-1.2	16.7	7.1	2.0	4.2	4.2	0.6	395
		0.5t・2連 3.6-1.2-0.6	17.4	6.6	2.0	4.1	4.2	0.6	318
		1t・2連 7.2-2.4-1.2	16.6	7.1	1.9	4.0	4.1	0.6	412
		2t・2連 14.4-2.8-2.4	16.5	6.2	2.0	4.1	3.8	0.6	236
	秋作	対照区	30.9	5.8	1.5	8.4	3.4	1.0	275
		0.5t単用 1.8-0.6-0.6	29.9	5.9	1.5	8.3	3.6	1.0	339
		1t単用 3.6-1.2-1.2	30.2	6.1	1.5	8.4	3.5	1.0	305
		0.5t・2連 3.6-1.2-0.6	30.6	5.3	1.5	8.4	3.5	1.0	192
		1t・2連 7.2-2.4-1.2	29.4	5.7	1.6	8.4	3.6	1.0	288
		2t・2連 14.4-2.8-2.4	29.6	5.6	1.6	8.3	3.3	1.0	286

生ごみたい肥 2 年連用後のこまつな栽培跡地の土壌化学性を表 1 5 に示す。熱水抽出性窒素は生ごみたい肥施肥量が増えるにつれて増加する傾向を示し、ハウスにおいても生ごみたい肥施用による地力増進効果が高いことが示唆された。また、交換性カルシウムは施肥量が増えるにつれて増加しており、それに伴って pH も高くなった。

表 1 5 . ハウスにおける生ごみたい肥 2 年連用後の跡地土壌の土壌化学性 (平成 22 年)

堆肥施肥量 (t/10a)	pH (H ₂ O)	EC (mS/cm)	腐植 (%)	熱抽窒素 (mg/100g)	トルオーグリン酸 (mg/100g)	交換性塩基(mg/100g)			CEC (me/100g)
						K ₂ O	MgO	CaO	
0	5.2	0.18	4.3	3.6	25	22	34	108	11.9
0.5	5.3	0.19	4.4	4.2	32	36	41	132	13.5
1	5.4	0.17	4.5	5.3	37	31	41	132	13.1
2	5.8	0.13	4.6	6.6	36	40	51	156	14.3

窒素減肥可能量査定試験における、各処理区を生ごみたい肥施肥量 1t に換算した減肥量、対照区との収量比、窒素吸収量の差を表 1 6 に示す。ハウスの減肥量は露地の生ごみたい肥由来の窒素吸収量の 1.2~1.5 倍としたところ、平成 21 年、22 年ともに生ごみたい肥施用区の収量、窒素吸収量は対照区と同等以上で、単年施用の春作は特に増収していた。このことから、生ごみたい肥 1t あたり、施用初年目春作で 4.5kg/10a、夏作、秋作で 1.2kg/10a の減肥が可能と考えられる。連用時は、生ごみたい肥 1t あたり 7.2 - 2.4 - 1.2 の減肥が可能と判断し、ハウスでの生ごみたい肥施用時の窒素減肥可能量を表 1 7 に示した。

表 1 6 . ハウス栽培における窒素減肥可能量査定試験の生ごみたい肥施用区と対照区との比較

たい肥 施用 年数	試験年次	春作				夏作			
		減肥量 (kg/10a)	収量 (kg/a)	収量比	窒素吸 収量差 (kg/10a)	減肥量 (kg/10a)	収量 (kg/a)	収量比	窒素吸 収量差 (kg/10a)
1	平成21年	4.5	342 ~ 365	108 ~ 116	-0.1 ~ +0.4	1.5	229 ~ 245	94 ~ 101	-0.7 ~ -0.3
	平成22年	3.6	234 ~ 278	117 ~ 140	+1.1 ~ +2.1	1.2	401 ~ 406	101 ~ 103	-0.8 ~ -0.1
2	平成22年	7.2	230 ~ 275	114 ~ 138	-0.7 ~ +1.9	2.4	393 ~ 419	100 ~ 107	-1.7 ~ 0

たい肥 施用 年数	試験年次	秋作			
		減肥量 (kg/10a)	収量 (kg/a)	収量比	窒素吸 収量差 (kg/10a)
1	平成21年	1.5	229 ~ 257	98 ~ 110	-0.2 ~ +0.6
	平成22年	1.2	627 ~ 638	99 ~ 100	-0.3 ~ +0.5
2	平成22年	1.2	612 ~ 623	101 ~ 103	-1.5 ~ -0.9

注) 減肥量はたい肥1t/10a施用に換算した値。収量比は対照区100とした時の比、窒素吸収量差は対照区との差を示す

表 1 7 . ハウス栽培での生ごみたい肥 1t あたりの窒素減肥可能量

たい肥施用年数 作型	初年目			2年連用		
	春作	夏作	秋作	春作	夏作	秋作
窒素減肥可能量 (kg/10a)	4.5	1.2	1.2	7.2	2.4	1.2

4) 小括

- ・生ごみたい肥の施用は土壌の熱水抽出性窒素を高め、易分解性窒素の富化効果が高いことが示唆された。
- ・露地で生ごみたい肥を施用し、2 - 2 - 2kg/10a、または生ごみたい肥由来の窒素吸収量の分(3 - 1 - 1kg/10a)の化学肥料窒素を減肥して栽培した場合、初年目、2年目ともに3作を通じて対照区と同等以上の収量が得られた。
- ・露地栽培での生ごみたい肥 1t あたりの窒素減肥可能量は、初年目は春作 - 夏作 - 秋作で(2~3) - 1 - 1kg/10a、2年目以降は(3~4) - (1~2) - 1kg/10a と見積もられた。
- ・ハウスで生ごみたい肥を施用し、露地栽培の生ごみたい肥由来窒素吸収量の 1.2 ~ 1.5 倍を減肥して栽培した場合、初年目、2年目ともに3作を通じて対照区と同等以上の収量が得られた。
- ・ハウス栽培での生ごみたい肥 1t あたりの窒素減肥可能量は、初年目は春作 - 夏作 - 秋作で 4.5 - 1.2 - 1.2kg/10a、2年目以降は 7.2 - 2.4 - 1.2kg/10a と判断した。

まとめ

本試験で供試した生ごみたい肥は、窒素含有率が高く、60日程度で速効性の窒素を放出するという有機質肥料のような特性と、60日以降は放出があまり進まず、次年度に残効が期待できるというたい肥の特性の両方を持つ。そのため、生ごみたい肥施用時の栽培では、牛ふんなどのたい肥施用時よりも多くの窒素減肥が可能で、連用時にはさらに減肥量を増やすことが可能と考えられる。一方、速効性の窒素を多く含むことは、秋に施用した場合に多くの窒素が春の融雪によって流亡する懸念にもつながる。このため、生ごみたい肥の秋施用は避け、春に施用するべきと考える。

本試験では生ごみたい肥を露地、ハウスともに0.5～2t/10a施用したが、この範囲の施用量では発芽・生育・収量に問題はなかった。施肥ガイドでは、たい肥連用時の単年度における施用量の上限を、ハウスで4t/10a、露地で年間作付け数が2作の場合に5t/10aとしており、3作行った本試験でもこの基準から外れるものではないと考える。一般的な牛ふんたい肥1tに含まれる窒素は5～6kgであるのに対し、本生ごみたい肥は1tあたり22～26kgの窒素を含む。牛ふんたい肥を10aに4t施用すると、20～24kgの窒素が投入されることになり、生ごみたい肥を1t施用した場合とほぼ一致する。これらのことから、生ごみたい肥施用量の上限としては、露地及びハウスのたい肥施用上限量の4分の1程度の1t/10aが適切と判断する。

露地とハウスの窒素減肥可能量査定試験では、生ごみたい肥施用とともに化学肥料窒素を減肥した区で対照区と同等以上の収量が得られたことから、表1-1及び1-7に示した値が減肥可能量だと考えられる。しかし、実際の減肥量の設定では、特に減肥量が多い春作での安全を見越し、表1-1、1-7に示した値よりやや少なくするのが妥当と判断する。現場においては、窒素肥沃度が圃場毎に異なることや、生ごみたい肥連用によって窒素肥沃度水準が変わることなどが考えられるため、施肥ガイドの施肥対応を行った上で、減肥することとなる。

本試験では、リン酸、カリの減肥は行わなかったが、施肥ガイドでのたい肥のリン酸、カリの肥効率はそれぞれ20%、100%とされており、本生ごみたい肥もこれを適用するのが妥当と考える。表1および2から、生ごみたい肥1tの施用でリン酸、カリともにおおよそ12kg程度の投入量となる。肥効率を考慮して3作に振り分けると、生ごみたい肥1tの施用によって、各作期でリン酸1kg/10a、カリ4kg/10aの減肥が可能と試算される。

以上のことを考慮し、こまつなに対する生ごみたい肥の施用法を表1-8にまとめた。

表1-8. こまつなに対する生ごみたい肥の施用法

栽培方式	たい肥施用量	たい肥1tあたりの減肥量(kg/10a)			
		窒素 ¹⁾		リン酸	カリ
		施用初年目	連用時		
露地	1t/10aまで	2-1-1	3-1-1	各作期 1	各作期 4
ハウス		4-1-1	6-2-1		

たい肥は原則として春に施用する

1)数字はそれぞれ春作 - 夏作 - 秋作を示す

要約

- 1 . 生ごみたい肥の窒素含有率は4%前後であった。窒素放出の大半は施用後60日までに生じた。ハウスにおける窒素放出率（放出窒素量/全窒素量）は、露地のおよそ1.2倍程度と見積もられた。
- 2 . 生ごみたい肥の施用は土壌の熱水抽出性窒素を高め、速効性窒素の放出に加えて易分解性窒素の富化効果も有していた。
- 3 . 露地でたい肥1tを施用し、春作-夏作-秋作で2-2-2kg/10a、またはたい肥由来の窒素吸収量分の3-1-1kg/10aの化学肥料窒素を減肥した場合、初年目・2年目とも3作を通じて対照区と同等以上の収量が得られた。たい肥1tあたりの窒素減肥可能量は、初年目は2-1-1kg/10a、2年目以降は3-1-1kg/10aと見積もられた。
- 4 . ハウスにおいて、露地栽培の化学肥料窒素減肥量の1.2~1.5倍を減肥した場合、初年目・2年目とも3作を通じて対照区と同等以上の収量が得られた。ハウス栽培でのたい肥1tあたりの窒素減肥可能量は、初年目は春作-夏作-秋作で4-1-1kg/10a、2年目以降は6-2-1kg/10aと見積もられた。
- 5 . 生ごみたい肥の窒素含有量は一般的な牛ふんたい肥のおよそ4倍であることから、北海道施肥ガイドのたい肥連用基準（露地2作で5t/10a、ハウス4t/10a）に照らし、適切な年間施用量は、露地及びハウスともに1t/10aと判断した。また、リン酸、カリの含有量と施肥ガイドにおける肥効率から、生ごみたい肥1tあたりのリン酸、カリ減肥量を各作期でそれぞれ1kg/10a、4kg/10aとした。
- 6 . 以上の結果から、こまつなに対する生ごみたい肥の施用法を表18に示した。

成果の活用面と留意点

- 1) 食品残渣を主原料、木質チップ等を副資材とする、札幌市で生産される生ごみたい肥「土の源12号」を利用する際の基準として活用する。

補足データ

気象経過

試験実施期間の平均気温および降水量の推移を表に示した。各年次の気象経過の概要は次の通りである。

<平成 20 年度>

平成 20 年の気温は、5 月下旬、6 月中旬、8 月中・下旬がやや低温で、7 月上旬、9 月中旬がやや高温、その他の期間は概ね平年並であった。降水量は 6 月下旬～7 月上旬と 9 月上旬～中旬にかけて少なく、土壌乾燥が進んだ。その他の期間は概ね平年並であった。

<平成 21 年度>

平成 21 年の気温は、6 月下旬で高かった以外は、6 月中旬で特に低く、7 月中旬以降も低温で推移した。降水量は 7 月で長雨が断続的に続いて多く、9 月中・下旬では少なかった。

<平成 22 年度>

平成 22 年の気温は 5 月下旬まで低かったが、その後急に温度が上がり、6 月中旬から高温で推移した。降水量は 7 月下旬から 8 月下旬にかけて多かった。

項目	年次	5月		6月		7月			8月			9月			10月
		下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬
平均 気温 ()	H20	11.7	15.1	14.8	17.1	20.0	19.6	19.8	20.8	20.0	18.1	20.5	18.0	12.9	11.9
	H21	13.3	15.3	13.5	19.7	18.6	17.3	19.2	20.7	20.6	18.5	17.2	15.8	14.7	11.8
	H22	12.3	14.3	18.8	20.9	21.6	21.0	22.0	24.1	23.2	23.5	22.0	19.3	13.7	13.5
	平年値	12.9	14.7	15.9	17.9	18.0	18.9	20.1	21.7	21.0	19.9	19.1	17.0	13.8	12.5
降水量 (mm)	H20	9	15	38	1	5	29	45	54	22	77	10	0	27	48
	H21	20	12	48	25	81	100	59	5	20	23	99	9	9	55
	H22	15	23	49	29	29	31	87	57	70	80	52	13	40	57
	平年値	21	19	27	24	39	40	40	45	30	54	55	38	28	35

*平年値は過去10年間(平成13～22年)の平均値