

# 環境保全型かんがい排水事業における 肥培施設整備後の効果検証 —第七報—

釧路開発建設部 根室農業事務所 ○第2工事課 金田 敏和  
第1工事課 大岸 譲  
第1工事課 田中 真也

我が国を代表する大規模酪農地帯である別海町では、国営環境保全型かんがい排水事業の実施によって家畜ふん尿の適正な利活用を推進し、循環型農業による地域環境への負荷軽減を目指している。本報告では、過年度の調査結果において課題として挙げられた、実ほ場レベルにおけるスラリー施用による化学肥料節減効果について検証した。

キーワード：環境保全型かんがい排水事業、肥培かんがい施設、家畜ふん尿、化学肥料節減

## 1. はじめに

別海町は、北海道東部に位置する我が国を代表する大規模酪農地帯である(図-1参照)。しかし近年、飼養頭数増加による経営規模の拡大に伴い家畜ふん尿の農地還元が適正に行えない状況となっていた。そのため、国営環境保全型かんがい排水事業では、家畜ふん尿の有効かつ適正利用を図る目的で肥培かんがい施設の整備を行っている。

過年度の報告では、事業計画に基づく施設整備の効果として、家畜ふん尿をかんがい用水で希釈した液状のふん尿(以降、「スラリー」という)の散布による牧草増収効果、アンケート調査による環境改善や作業量の削減、雑草種子の発芽抑制効果等について報告をしているが、昨年度の報告の中で調整処理したスラリーは未調整スラリーに比べ牧草の窒素吸収量が高いことが明らかになり、スラリーを適正に処理することで化成肥料の削減が可能であることが想定された。よって、本報告ではスラリー施用による化学肥料節減効果の検証結果について報告する。



図-1 位置図

## 2. 肥培かんがい施設の概要

図-2に別海南部地区及び別海西部地区で整備されている肥培かんがい施設の一般的な概要を示す。なお、別海南部地区は平成18年度から、別海西部地区は平成20年度から、施設整備が開始されている。

牛舎から排出されたふん尿は、流入口で3倍程度に希釈(ふん尿：水=1：2)され、調整槽へ圧送ポンプにより搬送される。この搬送されたスラリーは、フロアポンプによって曝気・攪拌し、均質に調整された後、堅型スラリーポンプで配水調整槽へ移送される。配水調整槽に貯留されたスラリーは、スラリータンカーでほ場に散布される。

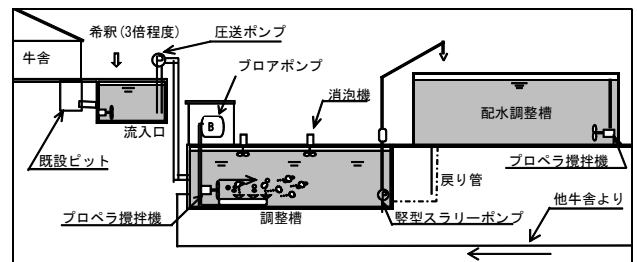


図-2 肥培かんがい施設概要

## 3. 調査方法

これまでの化学肥料削減効果検証は、①ほ場の片隅の小面積やポット栽培試験であったこと、②人力による施肥作業であったこと、③不足成分を単肥で補っていたことなど、実営農とは離れていたことが課題となっていたことから、農家が化学肥料を散布している牧草地に試験ほ場を設けて、スラリー散布ほ場における化学肥料節減

効果及び牧草収量・品質を調査した。

また、試験ほ場へのスラリー及び化学肥料の施肥作業も慣行作業と同様に、スラリータンカー(スラリー散布)、ブロードキャスタ(化学肥料施用)によって行った。

### (1) 試験区の設定

調査対象ほ場は、別海南部地区2ヵ所(Aほ場、Bほ場)と別海西部地区2ヵ所(Cほ場、Dほ場)の計4ほ場を選定した。

試験区A、B及びCほ場は、ほ場1区画を農家が慣行施用を行っている慣行区と、施肥設計によりスラリー及び化学肥料の散布量を決定する設計区に分けた。

また、Dほ場には調整スラリーと未調整スラリーの比較のため、未調整スラリーの設計区を設けた。

### (2) 施肥設計

施肥設計は、「北海道施肥ガイド2010」<sup>1)</sup>に従い以下の手順で行った。①地区の施肥標準量(平均的な肥沃度のほ場において、基準収量を達成するための養分必要量)を把握する。②各ほ場の土壌診断を行う。③土壌診断に基づいた施肥対応(土壌診断から算出した土壌の養分含有量に基づいて施肥量を補正すること)を行い、各ほ場の肥料成分要求量を算出する。④各スラリー成分を分析する。⑤全ての施肥成分要求量を満たすよう、化学肥料及びスラリーの施用量を設定する。

なお、試験目的が前述の通り営農規模での化学肥料節減効果検討のため、化学肥料は単肥を用いず、慣行区と同じ肥料銘柄を使用し、投入量は慣行区より少なくすることを原則とした。

#### a) 地区の施肥標準量

本地区における施肥標準量は、北海道施肥ガイドより、窒素=10kg/10a、リン酸=8kg/10a、カリウム=18kg/10aである(マメ科率5~15%、チモシー採草地)。

#### b) 土壌診断

土壌診断は、各調査ほ場において施肥前に行った。土壌分析を行った結果を表-1に示す。

なお、施肥ガイドより、土壌中の窒素量は考慮しないこととした。

表-1 土壌分析結果

項目	A圃場	B圃場	C圃場	D圃場
土壌区分	黒色 火山性土	黒色 火山性土	黒色 火山性土	未熟 火山性土
有効態リン酸 mg/100g	130	28.0	82.0	19.5
交換性カリウム mg/100g	13.0	25.0	20.0	9.3
仮比重	0.8	0.8	0.8	0.8

#### c) 土壌診断に基づく施肥対応

土壌分析結果を基に表-2及び式①、②に従い、リン酸及びカリウムの肥料成分要求量を算出した。

表-2 リン酸施肥対応

有効態リン酸 (mg/100g)	土壌区分		基準値 未満	基準値	基準値 以上
	火山性土	未熟	~30	30~60	60~
	黒色		~20	20~50	50~
施肥標準量に対する施肥率(%) <sup>※1</sup>			150	100	50

リン酸施用量 (kg/10a)

=8×土壌分析結果をもとに上表から読み取った施肥率…式①

カリウム施用量 (kg/10a)

=22-1/2×仮比重×土壌中の交換性カリウム(mg/100g)…式②

※1：各圃場の養分含量において、基準収量の達成に必要な肥料の量を算出するために、施肥標準量に乘する補正率

※2：本地区におけるリン酸の施肥標準量(kg/10a)

土壌診断に基づく施肥対応の結果として、窒素、リン酸及びカリウムの要求量を表-3に示す。

窒素とカリウムの要求量は、各ほ場で大きな差はなかったが、リン酸は、Dほ場が12kg/10aと他のほ場よりかなり多かった。そのため、Dほ場についてはリン酸の要求量を満たすために必要なスラリー量が膨大となり、窒素・カリウム成分が過剰となることが予想されることから、カリウムの要求量が満たされるよう施肥設計を行うこととした。

表-3 土壌診断に基づく肥料成分要求量

項目	A圃場	B圃場	C圃場	D圃場
窒素 kg/10a	10.0	10.0	10.0	10.0
リン酸 kg/10a	4.0	8.0	4.0	12.0
カリウム kg/10a	16.8	12.0	14.0	18.3

#### d) スラリー分析結果

調整スラリーは配水調整槽から汲み上げたスラリーを分析し、未調整スラリーは流入口から汲み上げたスラリーを分析した。分析結果を表-4に示す。

また、北海道施肥ガイドに従い、リン酸及びカリウムの肥効率はそれぞれ、0.4及び0.8とした。窒素の肥効率は、過年度報告<sup>2)</sup>より、スラリー液温が30℃以上であった場合は、窒素肥効率を0.6(60%)とし、30℃未満の場合は、北海道施肥ガイドに示された0.4(40%)

表-4 スラリー分析結果(単位:現物%,℃)

施設	Aほ場	Bほ場	Cほ場	Dほ場	
スラリー	調整	調整	調整	未調整	調整
窒素	春	0.23	0.26	0.25	0.26
	刈取後	0.25	0.26	0.27	0.22
リン酸	春	0.09	0.10	0.12	0.06
	刈取後	0.11	0.09	0.13	0.11
カリウム	春	0.19	0.19	0.30	0.25
	刈取後	0.18	0.34	0.33	0.19
液温	春	27.6	17.5	11.5	-
	刈取後	31.0	20.7	24.9	19.0

として計算する。

スラリー液温が30℃以上であったのは、Aほ場の刈取後スラリーのみであった。

#### e) 施肥設計

土壌診断に基づく施肥対応及び、スラリー分析結果から各ほ場の施肥設計を行った。施肥設計の結果を表-5、6に示す。

全ての設計区で、化学肥料の使用量が削減された。A～Cほ場においては、肥料成分の要求量を全て満たし、Dほ場についても、先述した通りカリウムの要求量を満たした。

慣行区においては、要求量を満たしていたのは、Cほ場のみであった。しかし、リン酸やカリウムの投入量が要求量に対して2倍であり、Cほ場の慣行施肥は過剰であるといえる。

設計区のスラリー散布量は、慣行区と比べ、A、B及びDほ場では増加し、Cほ場では減少した。

施肥設計の結果、各ほ場の化学肥料削減量（割合）は、5.6～22.2kg/10a（18.7～44.4%）となった。

表-5 施肥設計の結果（A、Bほ場）

項目	Aほ場		Bほ場		
	慣行区	設計区	慣行区	設計区	
化学肥料銘柄	BB122		BB050		
化学肥料投入量 (kg/10a)	基肥	30.0	24.4	30.0	21.5
	追肥	0.0	0.0	15.0	11.5
	計	30.0	24.4	45.0	33.0
スラリー投入量 (t/10a)	基肥	0.0	3.3	2.5	5.3
	追肥	0.0	4.8	0.0	2.5
	計	0.0	8.1	2.5	7.8
合計肥料成分量 (kg/10a)	N	3.0	12.7	7.1	11.1
	P	6.0	8.1	7.7	8.0
	K	6.0	16.8	12.8	21.5
化学肥料節減	-	18.7	-	26.7	

表-6 施肥設計の結果（C、Dほ場）

項目	Cほ場		Dほ場			
	慣行区	設計区	慣行区	未調整設計区	設計区	
化学肥料銘柄	BB055P		BB232			
化学肥料投入量 (kg/10a)	基肥	30.0	27.8	39.1	31.5	24.4
	追肥	20.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	計	50.0	27.8	39.1	31.5	24.4
スラリー投入量 (t/10a)	基肥	9.8	3.9	0.0	4.2	4.3
	追肥	0.0	3.4	0.0	1.8	4.7
	計	9.8	7.3	0.0	6.0	9.1
合計肥料成分量 (kg/10a)	N	15.8	10.0	4.7	9.6	9.8
	P	10.4	7.8	5.1	5.9	6.1
	K	29.0	22.6	8.6	18.3	18.3
化学肥料節減	-	44.4	-	19.6	37.6	

## 4. 調査結果

### (1) 化学肥料節減費

施肥設計を行うことによる化学肥料節減費を、化学肥

料節減量及び肥料単価より算出した（表-7、8）。化学肥料節減費は、Aほ場、Bほ場、Cほ場、Dほ場未調整区及び設計区でそれぞれ10a当たり、503円、974円、1,683円、690円及び1,325円となった。

表-7 化学肥料節減費（A、Bほ場）

圃場	試験区	Aほ場		Bほ場	
		慣行区	設計区	慣行区	設計区
化学肥料投入量	kg/10a	30.0	24.4	45.0	33.0
化学肥料節減量	kg/10a	-	5.6	-	12.0
化学肥料単価*	円/20kg	1,795	1,795	1,625	1,625
化学肥料費	円/10a	2,693	2,189	3,656	2,682
化学肥料節減費	円/10a	-	503	-	974

\*：JA道東あさひ聞き取りによる。

表-8 化学肥料節減費（C、Dほ場）

圃場	試験区	Cほ場		Dほ場		
		慣行区	設計区	慣行区	未調整設計区	設計区
化学肥料投入量	kg/10a	50.0	27.8	39.1	31.5	24.4
化学肥料節減量	kg/10a	-	22.2	-	7.7	14.7
化学肥料単価*	円/20kg	1,515	1,515	1,800	1,800	1,800
化学肥料費	円/10a	3,788	2,104	3,523	2,833	2,198
化学肥料節減費	円/10a	-	1,683	-	690	1,325

\*：JA道東あさひ聞き取りによる。

### (2) 牧草調査

施肥設計を行うことで化学肥料の節減が図られたが、牧草収量への影響を確認するため、牧草収量調査を実施した。

#### a) 牧草収量

牧草の収量調査は、各農家の収穫時期にあわせて1番草と2番草で坪刈りによって行った。牧草収量調査結果を表-9、10に示す。

設計区の生草収量は、慣行区比でAほ場で119%、Bほ場で115%と慣行区より増収であったのに対し、Cほ場では88%と減収であった。この結果は、肥料成分投入量の影響を強く受けており、慣行区と比較して増収であったA、Bほ場は増収、減肥となったCほ場は減収となったと考えられる。また、A、Bほ場の結果より、化学肥料を節減してもスラリーの投入量を増加させ施肥標準量を満たすことが出来れば、収量が増加することが示された。

Dほ場は、未調整設計区、設計区ともに101%、100%と慣行区と同等程度であった。

表-9 牧草収量調査結果（A、Bほ場）

圃場	試験区	Aほ場		Bほ場	
		慣行区	設計区	慣行区	設計区
生草収量 kg/10a	1番草	1,929	2,207	2,695	3,300
	2番草	1,254	1,566	1,585	1,640
	計	3,183	3,773	4,280	4,940
	比率*	-	119	-	115

\*：慣行区を100とした時の設計区の比率（%）。

表-10 牧草収量調査結果 (C、Dほ場)

圃場		Cほ場		Dほ場		
試験区		慣行区	設計区	慣行区	未調整設計区	設計区
生草収量 kg/10a	1番草	2,650	2,579	2,985	2,820	2,676
	2番草	2,033	1,519	1,192	1,409	1,485
	計	4,683	4,098	4,177	4,229	4,162
比率*		-	88	-	101	100

\*：慣行区を100とした時の設計区の比率 (%)。

### b) 牧草品質

牧草の品質の目安として以下の当量比 (K/(Ca+Mg))、硝酸態窒素が用いられる。

牧草の当量比 (K/(Ca+Mg)) が、2.2以上の場合にグラステタニー疾病が発症しやすいとされており、その原因として牧草のマグネシウム不足あるいはカリウム過剰によるマグネシウム欠乏があげられる<sup>3)</sup>。

また、硝酸態窒素が乾物当たり0.2%を超える飼料作物を牛が摂取すると、急性硝酸塩中毒を発症する危険性が大きくなる<sup>3)</sup>。

牧草の品質結果を表-11、12に示す。

本調査では、Dほ場の未調整設計区の1番草が2.2以上であった。また、A～Cほ場では、スラリーを多く散布している区、さらにカリウム成分が施肥標準量を超えているBほ場設計区及びCほ場は、当量比が高くなる傾向がみられた。これらのことから、カリウムの過剰施用及び生スラリーの施用は、牧草品質の低下を引き起こす可能性があるため、生スラリーの施用や必要量以上のスラリー及び化学肥料の施用は避けるべきである。

硝酸態窒素については、どの試験区も0.2%を超えなかった。

表-11 牧草の品質結果 (A、Bほ場)

圃場		Aほ場		Bほ場	
試験区		慣行区	設計区	慣行区	設計区
当量比 K/(Ca+Mg)	1番草	0.81	1.04	1.28	1.98
	2番草	0.57	0.96	1.55	1.69
硝酸態窒素 %-乾物	1番草	0.001	0.001	0.001	0.004
	2番草	0.001	0.024	0.005	0.003

表-12 牧草の品質結果 (C、Dほ場)

圃場		Cほ場		Dほ場		
試験区		慣行区	設計区	慣行区	未調整設計区	設計区
当量比 K/(Ca+Mg)	1番草	2.16	1.73	2.04	2.42	1.91
	2番草	1.58	1.79	1.08	2.07	1.48
硝酸態窒素 %-乾物	1番草	0.005	0.011	0.008	0.004	0.004
	2番草	0.019	0.005	0.004	0.009	0.005

### (3) まとめ

A、B、Dほ場の設計区では、牧草収量が慣行区と同等以上であったことに加え、化学肥料費が節減されたことから、牧草収量の面でもスラリーの経済効果は高い

と言える。

Cほ場については、1,683円/10aと高い化学肥料削減費となったが、牧草収量に関しては減収であった。しかしながら、即効性の化学肥料の一部を遅効性のスラリーに置き換えたことによる一時的な減収の可能性もあるので、今後の推移を確認する必要がある。

これらのことから、施肥計画にスラリーを効果的に取り入れることで、化学肥料費の節減と牧草収量の増収を同時に得られることが確認できた。

## 5. 終わりに

本試験の結果より、牧草地へのスラリー散布による利点として、実営農においても牧草収量増加や化学肥料節減効果があることが示された。その反面、スラリーの施用量が過剰になった場合には牧草の品質が低下することが懸念された。これは、スラリー及び化学肥料の成分バランスと、ほ場が要求する分量に差があるため、必要以上のスラリー施用に繋がったことが原因と考えられる。

特にスラリーの肥料成分バランスは、農家毎で大きく異なり、その傾向は、本調査でも同様であった。下図-3は、本調査で分析したスラリー1t当たりの分量のばらつきを示したものである。リン酸は0.6～1.3kg/tとばらつきが小さいのに対し、窒素は、1.3～2.7kg/t、カリウムは1.3～3.4kg/tとばらつきが大きいことが分かる。このことから、各受益者は散布するスラリーの成分を把握する事は非常に重要と考える。また化学肥料は、スラリーの不足する成分を補填するという観点から、各農家は、化学肥料の銘柄をスラリー成分を勘案した上で決定する事が望ましいと言える。特にカリウムは、他の成分よりも含有量が多く、肥効率も高いことから、スラリー散布ほ場はカリウム過剰になり易いと予想される。このことから、ほ場の適正管理を図る上では、カリウム含量の低い化学肥料銘柄を選択する事も対策の一つであると考え。今後、化学肥料銘柄を含めた施肥設計を行い、受益農家に提案していきたいと考えている。

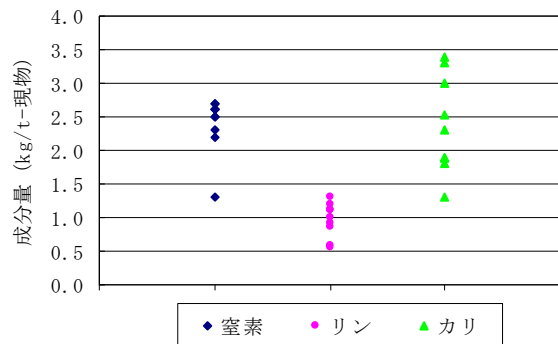


図-3 スラリーの成分量

#### 参考文献

- 1) 北海道農政部(2010) : 北海道施肥ガイド, pp. 189-221
- 2) 釧路開発建設部(2013) : 別海南部外 1 地区 環境保全型農業推進調査等業務, 報告書.
- 3) 藤原 俊六郎 他(1998) : 新版 土壤肥料用語事典, 植物栄養編, p. 142.