

牧草地域における区画整理設計

大井 隆宏

1. はじめに

今回紹介する雄武丘陵地区は、北海道の北東部に位置する紋別郡雄武町の酪農地帯である。

本地区の営農は、飼料作物の牧草を作付する酪農経営が主として展開されている。

雄武丘陵地区は、丘陵地を利用した牧草栽培を行っているため、現況の沢地や排水路などが農地を分断しており、大型機械による農作業を行うにはほ場形状が小さいものとなっている。さらに、泥炭土やグライ台地土などの土壌に起因する排水不良なども生じ、効率的な農作業を行うための妨げとなっている。

近年、営農者の高齢化や担い手不足などで、離農や経営規模縮小などによる耕作放棄地の増加が懸念されることから、「農地の土地利用を計画的に再編」、「担い手への農地の利用集積の促進」、「生産性の向上と耕作放棄地の解消・発生防止」、「農業振興と地域の活性化」を目的として『国営緊急農地再編整備事業 雄武丘陵地区』において、3,663haの区画整理を行うものである。

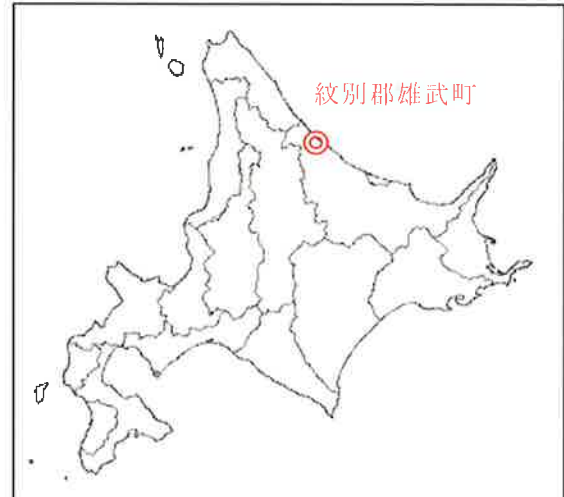


図-1 位置図と雄武丘陵地区全景

2. 雄武丘陵地区の特徴

2-1 地区状況

雄武丘陵地区は、雄武町の北西に位置しており、地形条件は丘陵地からオホーツク海に向けて地区全体の約60%は3°未満の傾斜、残りの40%は3°～8°未満であり、地区最低標高は海岸近郊で標高1.00m、最高標高は174mの範囲に位置する牧草畑地帯である。

土壌条件は、地区内11土壌区に分類されるが、30%の農地は排水不良が生じる土壌である。

現況の土地利用においては、牧草地3,585ha、山林11ha、原野67haとなっている。

現状の耕作放棄地89.10ha（2%）であるが、近い将来に耕作放棄地となるおそれがある農地は372.70ha（10%）で、今後も増加傾向にあることが懸念されている。

2-2 地区の整備計画

雄武丘陵地区は、『国営緊急農地再編整備事業』により農用地整備計画の区画整理 3,663ha、暗渠排水 1,081ha、除礫 140haの整備が計画されている。

区画整理においては、既存の農用地の中に点在している耕地林や、窪地を含めた区画の拡大や傾斜修正を行い大型機械による作業の効率化と生産性の向上を目指している。

暗渠排水は、土壌を起因とする排水不良地が発生しているため、農作物の生育障害や農業機械の作業効率を著しく阻害しており、暗渠排水工や附帯明渠の整備により農地の改善を行う。

また除礫においては、地区内の一部で作土内に混入している石礫により作物生育の障害、収穫物の品質低下、営農機械などに影響を与えており、石礫除去工により営農経営の向上を図ることを目的として地区の整備計画を行っている。

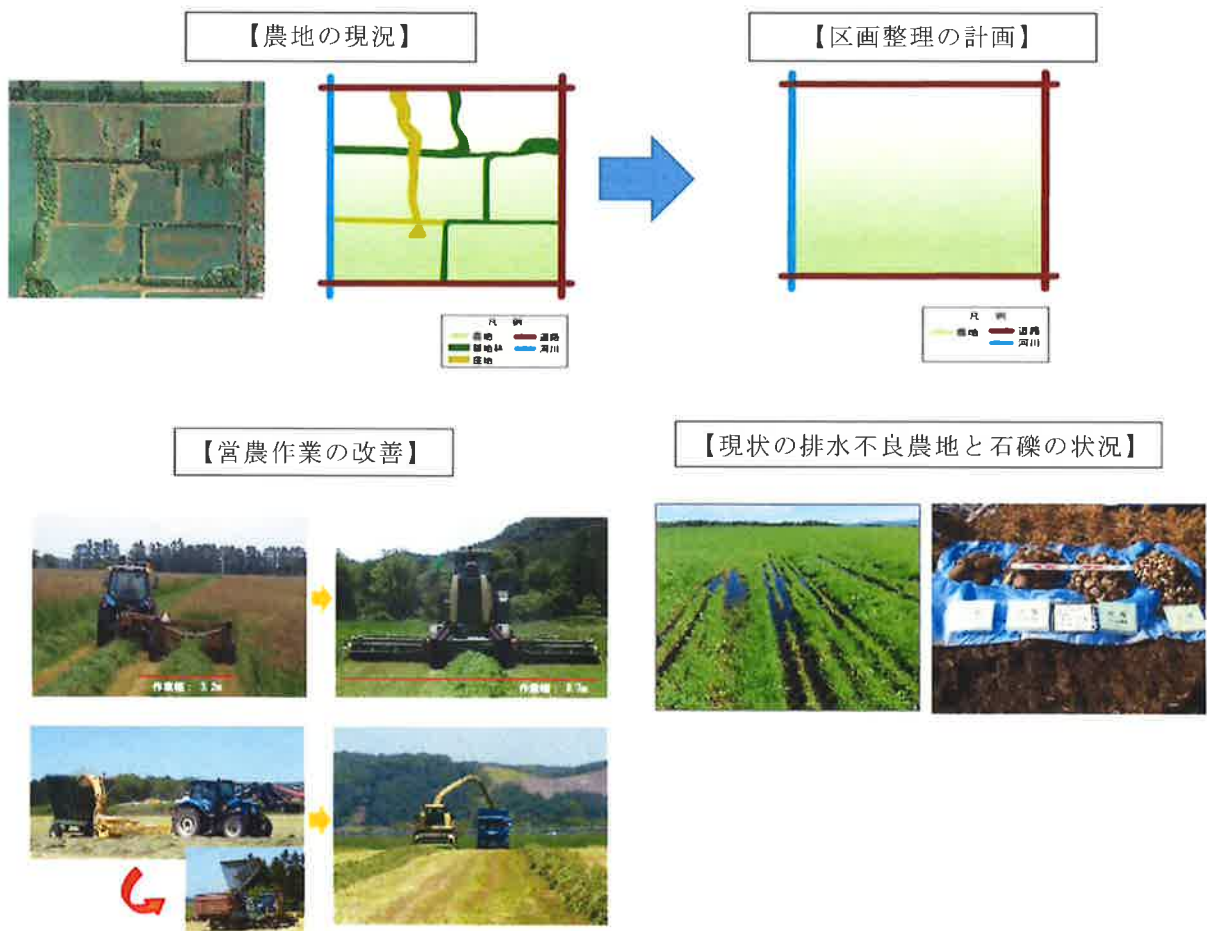


図-2 地区整備計画

3. 雄武丘陵地区の実設計

3-1 受注業務の概要

雄武丘陵地区は平成28年に着工し、平成29年より3年間にわたり区画整理実施設計業務を受注しました。



図-3 当社受注設計業務の位置図

① 平成29年度業務

平成29年度業務では、北幌内区域の整地工設計にて、ほ場内を分断する沢地2.25haに基盤排水路を埋設し、整地工Ⅱにおける基盤切盛工法により周囲の採草地と一体化させる設計を行った。また、整地工周囲の同受益者ほ場が、土壌条件より暗渠排水の必要範囲であり、約25.3haの暗渠排水工設計を行った。



図-4 平成29年度設計業務の位置図

② 平成30年度業務

平成30年度業務は、平成29年度業務隣接地で、整地工設計11.60haの内、整地工Ⅰ8.82ha（不陸整正）、整地工Ⅱ2.78haが沢地の基盤切盛の設計、その他に約57.3haの暗渠排水工設計を行っている。



図-5 平成30年度設計業務の位置図

③ 平成31年（令和元年）度業務

平成31年度業務は、北雄武区域で整地工設計27.00haの内、整地工Ⅰ18.20ha（不陸整正）、整地工Ⅱ8.80haの立木地を含む傾斜修正工にて基盤切盛の設計、その他に42.95haの暗渠排水工設計を行っている。



図-6 平成31年度設計業務の位置図

4. 暗渠排水工必要性の検証

4-1 提案の経緯

平成30年度業務隣接地では、前年度設計を行った箇所で行われていた。

現地調査中に、隣接ほ場において、施工機械が効力を発揮できないなど、施工に苦慮してしている状態との情報を入手した。

理由としては、土壌が軟弱地盤である泥炭土壌であり、また降雨による水吐けが悪いため、土壌が飽和状態となり施工機械の泥濘化で施工が遅延しているものであった。

また調査箇所では、1番草の採取後に調査を実施したが、牧草採取後のほ場には、タイヤ痕が見受けられ、さらにそのタイヤ痕に水がたまっている状態であった。

そこで平成30年度業務から、受益者への説明時の資料、暗渠排水工設計の必要性の確認及び施工における建設機械の選定にも繋がるように、当社独自で地耐力調査による等高線図、ほ場状態のスケッチ図(湿地・泥濘箇所の特定)の作成を発注者に提案し、現地調査・図面作成を行った。

また、気象データによると夏期から秋期にかけて降雨が多いことも確認した。

雄武			
年月	降水量の合計 (mm)	日降水量の最大 (mm)	日降水量50mm 以上日数(日)
2017年1月	29.5	6.0	0
2017年2月	30.0	8.5	0
2017年3月	19.0	5.5	0
2017年4月	33.0	8.0	0
2017年5月	27.5	12.0	0
2017年6月	186.0	46.5	0
2017年7月	96.5	31.0	0
2017年8月	139.0	81.0	1
2017年9月	103.5	25.5	0
2017年10月	118.5	37.5	0
2017年11月	49.0	8.0	0
2017年12月	40.0	9.5	0
2018年1月	60.0	12.5	0
2018年2月	52.0	10.5	0
2018年3月	65.0	30.0	0
2018年4月	22.5	15.5	0
2018年5月	116.0	35.0	0
2018年6月	156.5	45.0	0
2018年7月	120.5	53.5	1
2018年8月	170.5	44.0	0
2018年9月	34.0	9.0	0
2018年10月	213.0	80.5	2
2018年11月	36.5	5.0	0
2018年12月	37.0	6.0	0

図-7 雄武町降雨観測データ
(気象庁データより)

4-2 地耐力調査及びほ場状況確認

(1) 地耐力調査

地耐力調査は、圃場が現状で施工機械などが走行するのに必要な地耐力を持っているか確認を行うもので、ポータブルコーン貫入試験により現況地耐力の推定を行った。

(a) ポータブルコーン貫入試験

本試験は、底面積3.23cm²又は6.45cm²、先端角30°の貫入先端(単純コーン)を人力により地盤中に押し込み、このときの貫入抵抗値から地盤強度を推定する。

推定結果は、押し込圧を先端コーン底面積で割った貫入抵抗値qcに整理し、この大きさから施工機械が走行する時に必要なトラフィカビリティを確保できているか確認する。試験方法は単管式と二重管式があるが、今回は単管式で試験を実施する。

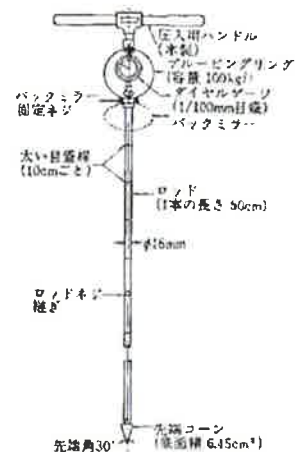


図-8 ポータブルコーン貫入試験機

(b) 地耐力推定方法

地耐力の推定は次式によって行われる。

$$q_c = \frac{Q}{A}$$

qc: 換算許容地耐力 kN/m²

Q: コーンの最少貫入抵抗 (N)

$$Q = DK + \text{試験器重量} \times 9.81$$

D: ダイヤルゲージ読み

K: 較正係数 N/目盛

(ダイヤルゲージ毎に決められた係数)

A: コーンの最大断面積 (3.23or6.45cm²)

(c) 配点計画と観測

土地改良工事積算基準（測量・調査・設計）より1ha当たり1点以上の調査をすること基本とし、農区内の暗渠計画範囲に均等に配点する計画で行った。

(2) 調査結果のまとめ

コーン貫入抵抗値は、表土扱いを行うことから、厚さ15cm以下の20cm～60cm迄を平均して求めた。結果は、最大で1801kN/m²、最小で859kN/m²、平均

1296N/m²が得られた。

このことから、各機種の必要地耐力と照合した結果、ダンプトラックの走行には部分的に耐えられない箇所があるが、概ね問題ないと判断できる。また、15 t級ブル（500kN/m²）及び21 t級ブル（700kN/m²）などの標準的な作業機械は、ほぼ作業可能との結果が得られた。

また、ほ場状況確認による現況スケッチ図を作成した。



写真-1 ポータブルコーン貫入試験状況

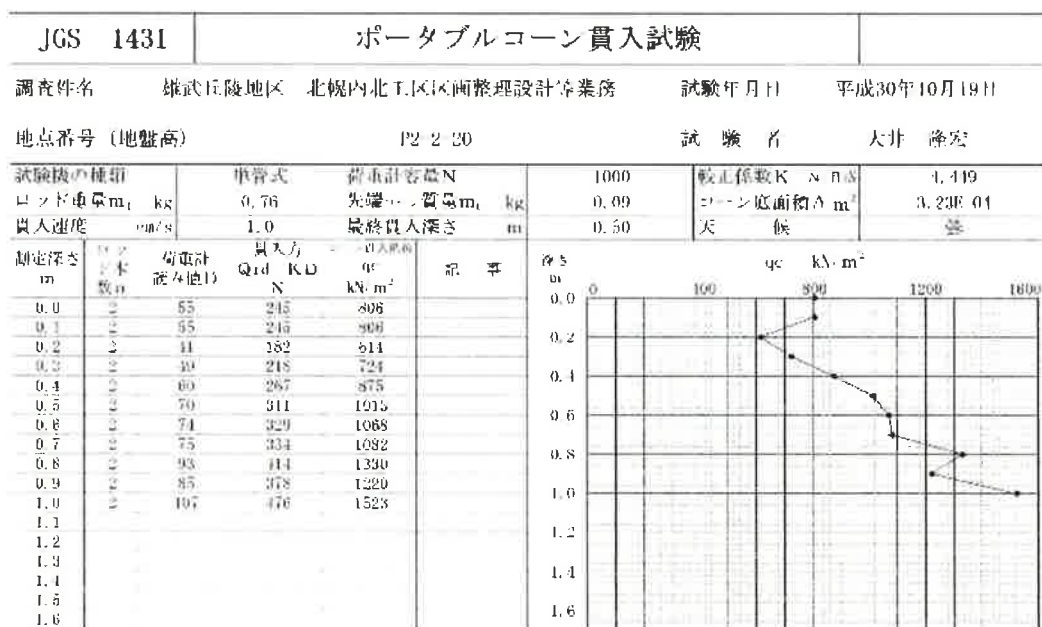


図-9 貫入試験データ例

表-1 貫入試験結果

圃場番号	平均コーン 貫入抵抗 (kN/m ²)	超湿地 ブルドーザー (200kN m ² 以上)	15t級 ブルドーザー (500kN m ² 以上)	21t級 ブルドーザー (700kN m ² 以上)	ダンプ トラック (1200kN m ² 以上)	備考
P2-2-1	1416	OK	OK	OK	OK	20~60cm平均値
P2-2-2	1688	OK	OK	OK	OK	#
P2-2-3	1327	OK	OK	OK	OK	#
P2-2-4	1801	OK	OK	OK	OK	#
P2-2-5	1655	OK	OK	OK	OK	#
P2-2-6	1760	OK	OK	OK	OK	#
P2-2-7	1754	OK	OK	OK	OK	#
P2-2-8	1184	OK	OK	OK	OUT	#
P2-2-9	1344	OK	OK	OK	OK	#
P2-2-10	1110	OK	OK	OK	OUT	#
P2-2-11	1250	OK	OK	OK	OK	#
P2-2-12	1145	OK	OK	OK	OUT	#
P2-2-13	1002	OK	OK	OK	OUT	#
P2-2-14	1107	OK	OK	OK	OUT	#
P2-2-15	1156	OK	OK	OK	OUT	#
P2-2-16	925	OK	OK	OK	OUT	#
P2-2-17	1140	OK	OK	OK	OUT	#
P2-2-18	922	OK	OK	OK	OUT	#
P2-2-19	1242	OK	OK	OK	OK	#
P2-2-20	859	OK	OK	OK	OUT	#
P2-2-21	1432	OK	OK	OK	OK	#
P2-2-22	1525	OK	OK	OK	OK	#
P2-2-23	1647	OK	OK	OK	OK	#
P2-2-24	1054	OK	OK	OK	OUT	#
P2-2-25	911	OK	OK	OK	OUT	#
P2-2-26	1344	OK	OK	OK	OK	#
最大値	1801					
最小値	859					
平均値	1296					

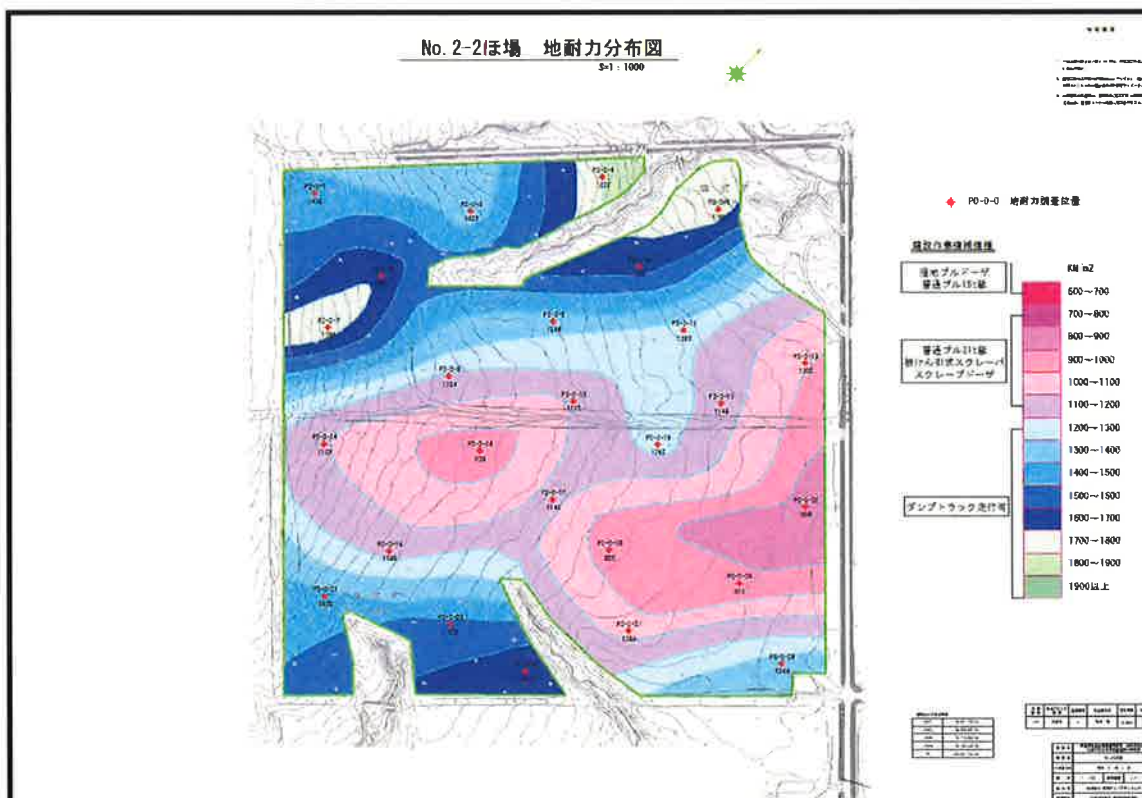


図-10 地耐力分布図

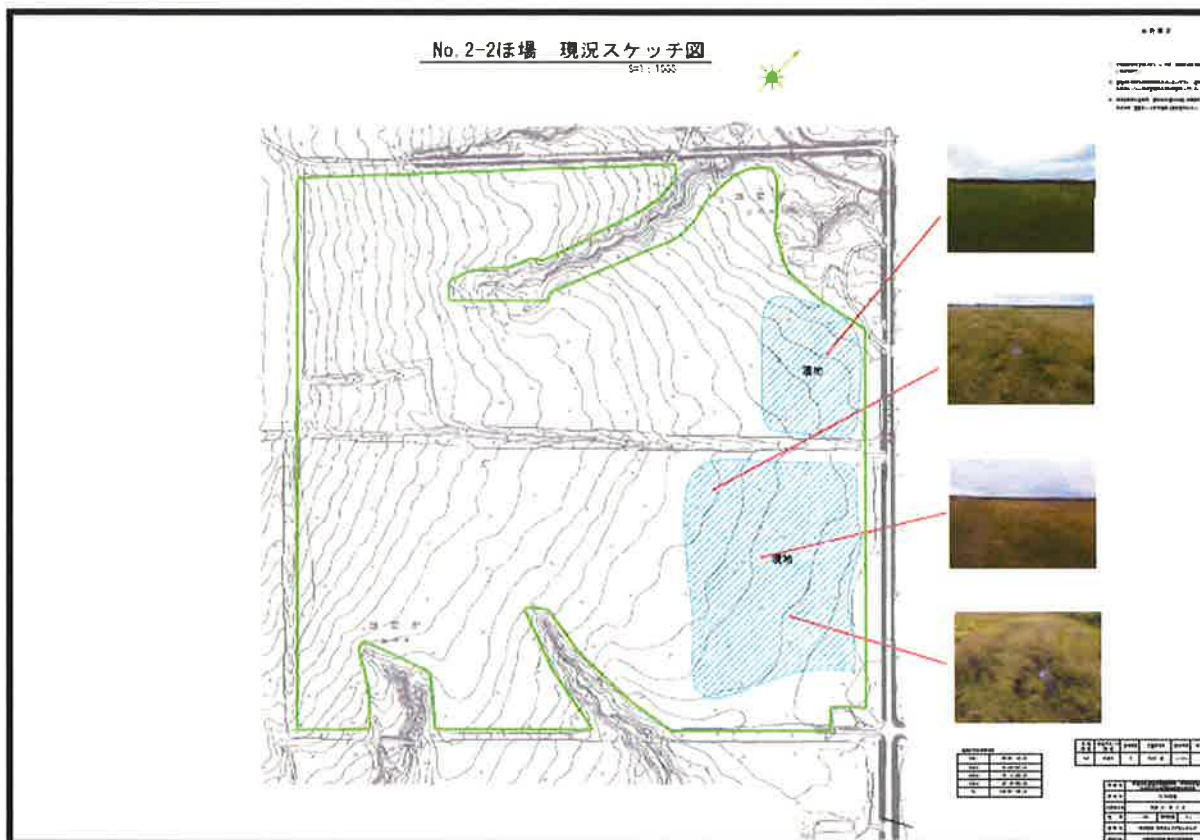


図-11 現況スケッチ図

(3) 地耐力調査の考察

地耐力数値が高い値の位置は水はけも良く牧草作物の生育も良い。また、大型作業機械での営農にも支障が少ないと判断できる。

受益者への確認においても、ほ場の湿潤状態（泥炭による水はけの悪さ）、地耐力による大型機械の営農への支障状況が、ほぼ一致するとの返答を頂いた。

作物の生育不良、大型機械での営農の支障などにより、本設計での暗渠排水計画を希望しているものであり、設計への妥当性が検証できた。

今後は、暗渠の施工により、表土下で停滞していた地下水が排出されることにより、作物の生育や大型機械にも対応可能な地耐力が回復するものと考え、事業による整備後においても、継続的な地耐力調査を実施することにより、事業効果の検証にも活用が可能である。

5. 畑面整地後の播種の提案

5-1 提案内容

平成29年度設計業務でのほ場において、翌年に整地工Ⅱでの基盤造成、暗渠排水工などの施工が行われていた。

平成30年度業務の現地調査時に、隣接ほ場の施工は、ほ場内の泥炭における軟弱地盤や異常気象による長雨、集中豪雨などが起因で施工が遅延状態であるとの情報を聞いていた。

平成29年度設計時の受益者聞き取りでは、6月中旬の1番草刈り取り後に工事開始となり、施工は8月中旬まで、その後引き渡しを行い9月上旬までに播種を行う予定との施工計画要望であった。

しかし、工事の遅延により当初予定の工事引き渡しが期日までに難しい状態であるとの発注者からの情報により、「冬播種（初冬季播種）」の資料入手及び情報の提案を行った。

(1) 牧草の播種期について

牧草の一般的な播種期は、春（5月上旬から中旬）そして夏から初秋である。

春まきはスラリー散布など時期的に忙しく、難しいのが現状とのこと。また、播種が遅れてしまうと雑草が多くなり、干ばつの時などは定着しづらいとのことである。

そこで、1番草を採取後の夏から秋にかけて播種する方法が多くとられており、推奨される播種期は「8月中旬から下旬」、また気候などの状態により「8月下旬より9月上旬」などとなっている。

これは、初期の生育が十分でないまま冬を迎えてしまうと、雪腐病（大粒菌核病など）や凍害などのダメージを受けやすいためである。

(2) 冬播種（初冬季播種）について

植物の発芽に必要な要素は「温度・酸素・水」であり、この内1つでも欠けると植物の発芽は難しい。冬播種（初冬季播種）は、3つの要素のうち、温度条件が牧草の発芽条件に適さない初冬に播種する方法で、種子の状態を越冬させ、翌春の融雪後に発芽させる方法である。

播種適期は営農作業が多忙なため、繁忙期を避けた冬播種が試験的に行われている。

(3) 冬播種の時期とポイント

施工時期については、過去の試験施工により適期は「日平均気温が5℃を下回る時期から根雪の始まるまで」もしくは、「日平均気温が6℃以下になる時期以降で、なおかつ7℃以上が3日以上続かなくなる時期より根雪始まるまで」とされている。

北海道の道北部では11月中旬以降とされており、目安として11月10～15日頃に冬播種（初冬季播種）開始時期、根雪は12月上旬との資料が出ている（図-12）。

表1 フロストシーディング開始の目安

日平均気温が5℃以下となった日（11月）	市町村
5日	浜頓別、名寄、旭川、富良野、足寄、標茶、日高
10日	稚内、豊富、紋別、北見、中標津、別海、帯広、伊知安
15日	留萌、網走、釧路、広尾、岩見沢、長沼、札幌、苫小牧、八雲
20日	根室、釧路、静内、室蘭、函館
21日以降	江差（26日）

※気象統計アーカイブ1981～2010年までの30年間の平均値を基に作成

表2 根雪始の年平均値

稚内	11月26日	室蘭	12月25日
旭川	11月22日	高館	12月16日
網走	12月3日	帯広	12月10日
札幌	12月4日	釧路	12月30日

※気象庁のアーカイブを基に作成

図-12 冬播種の開始目安と各地の根雪始の年平均値

参考文献「牧草と園芸 第64号第5号（2016）年 北海道における牧草のフロストシーディング（初冬季播種）のポイント」

播種のポイントとしては、草種はイネ科牧草に限られており、中でも試験結果よりチモシーは種子が小さく、比重が重いことため土壌への定着も良好であると言われている。

播種量も通常2.0kg/10aであるが、冬播種（初冬季播種）では2.4kg/10aが適量とされ、翌年春の追肥時にマメ科の追播を実施するとされている。

(4) 冬播種の方法と不向きなほ場

播種後に鎮圧を行うのが一般的ですが、初冬は土壌が濡れており、ローラーをかけると土と種子が付着して、播種ムラが生じるため、「ゴムローラーを推奨」「朝の土壌表面が凍っている時に鎮圧」などを勧めている。

また、冬播種（初冬季播種）に不向きなほ場としては、急傾斜地のほ場で融雪水などにより種子が流されやすいほ場面の場所、さらに風当たりが強いほ場でも種子が飛ばされやすいため、不向きなほ場とされている。

(5) 冬播種（初冬季播種）の提案

冬播種（初冬季播種）についての、試験施工などは北海道内でも近年行われており、色々な報告がされている。

平成29年度設計業務でのほ場は、整地工Ⅱによる基盤造成で傾斜の修正、暗渠排水工位置は緩勾配であり、冬播種（初冬季播種）での施工条件には問題がない。

このため、当初地域の一般的播種時期まで区画整理施工の完了が困難であることから、冬播種（初冬季播種）を前提とした施工を行うことの提案を行った。

われている。また、ほ場を分割していた既設附帯明渠も埋設しほ場の拡大、暗渠排水工の施工が実施されていた。しかし、施工中の7月下旬～8月にかけて日降水量が40～50mm/日の降雨が発生し、ほ場の泥濁化など施工が遅延状態のため受益者への引き渡し希望時期には厳しい状況であった。

そこで、当初予定の播種時期を冬播種とすることを提案し、通常予定の工事期間2ヶ月を4.5ヶ月まで延長することが可能となり工事は完了することが出来た。

5-2 試験施工

(1) 施工状況

平成30年度施工箇所において、受益者要望により1番草採草後の7月上旬から施工が開始された。整地工Ⅱ範囲の沢地には、基盤排水路（管渠）が設置され、周囲の表土下の土砂で傾斜修正工が行

(2) 冬播種の実証試験状況

提案した冬播種は、次年度の発芽、生育に問題ないかを確認するため、受益農家、農協による実証実験を平成30年12月13日より行われた。実証試験の結果は、翌年春にイネ科の牧草が発芽し、追肥時にマメ科の追播により、1番草採草時には通年と変わらない状況であった。



写真-2 施工前及び施工中

施工区画	工事実施 (作業条件)	工事実施年度												工事実施翌年度											
		1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
通常施工	収穫後～ 播種まで完了	播種期間			牧草1番草 成長期間	1番草刈取	工事期間 (埋込、土砂材敷布含む)	2番草刈取	2番草刈取	3番草刈取	4番草刈取	5番草刈取	6番草刈取	7番草刈取	8番草刈取	9番草刈取	10番草刈取	11番草刈取	12番草刈取	13番草刈取	14番草刈取	15番草刈取	16番草刈取	17番草刈取	18番草刈取
冬播種	収穫後～ 除雪前	播種期間			牧草1番草 成長期間	1番草刈取	工事期間 (埋込、土砂材敷布含む)	2番草刈取	3番草刈取	4番草刈取	5番草刈取	6番草刈取	7番草刈取	8番草刈取	9番草刈取	10番草刈取	11番草刈取	12番草刈取	13番草刈取	14番草刈取	15番草刈取	16番草刈取	17番草刈取	18番草刈取	

図-13 播種時期比較図



写真－3 上空からの冬播種状況



写真－4 冬播種状況



写真－5 冬播種状況

6. 最後に

平成30年度業務での農地の区画拡大と暗渠排水工の設計において、受益者聞き取り及び地耐力調査に基づく地耐力分布図作成による要暗渠区域の検証、及び工事施工可能期間を確保するための冬播種の提案などを行った結果、現況農地における整備範囲の精度を上げるとともに、整備後の地耐力測定を行うことにより事業実施による効果検証に有効なデータの蓄積が可能となった。

また、営農や気象の制約により工事期間が不足する状況であったため、提案した冬播種により工事施工可能時期を大幅に延ばすことが可能となった。

これらによって、発注者から高い評価を受けることができた。

今回取り纏めた報告の遂行にあたり、網走開発建設部北見農業事務所の皆様、また地元関係機関の皆様には、多大なご指導とご援助をいただきました。

ここに、深甚の謝意を表します。

(株)三幸ランドプランニング 技術部 次長)