

報 文

## 春播コムギの根雪前播種栽培におけるチゼル耕の効果

渡辺治郎\*1、高屋武彦\*2、高橋 幹\*3

Effect of Chisel Plow on the Yield of Spring Wheat Seeded Early Winter

Jiro Watanabe\*1, Takehiko Takaya\*2, Motoki Takahashi\*3

\*1National Grassland Research Institute

\*2Tohoku National Agricultural Exp. Stn.

\*3National Agriculture Research Center

### Summary

The effect of chisel tillage on the growth and yield of spring wheat seeded in early winter was studied.

- 1) Spring wheat seeded in early winter germinated under snow and their roots extended more than 30cm during snow season. These growth of roots in snow season promoted sufficient growth of spring wheat in early stage after thawing. The yield of spring wheat seeded in early winter was more than that of wheat seeded in spring.
- 2) Chisel tillage which broke the soil roughly was possible to adopt the early winter seeding method of spring wheat because the germination of spring wheat occurred under snow without moisture stress.
- 3) The yield of spring wheat of chisel tillage was equal to or more than that of rotary tillage because of the large number of grain per ear and 1000 grain weight.
- 4) Chisel tillage made ununiform soil physical conditions consisted from tilled and untilled part. The roots distribution of spring wheat concentrated to the tilled part. It seemed that the precipitation and fertilizer also concentrated to tilled part and spring wheat absorbed it efficiently.

**Keywords:** Chisel Tillage, Spring Wheat, Root System, Early Winter Seeding.

(Soil Phys. Cond. Plant Growth, Jpn, 69,31-37, 1994)

### 1. はじめに

農耕地を耕耘する意義についてはさまざまな考え方が示されており<sup>1)</sup>、慣行のプラウやロータリによる耕耘が真に必要なか否かについての疑問が提起されている<sup>2)</sup>。しかし、耕耘が播種床造成や雑草防除など作物生産と直接結びついた栽培システムとして体系化されていることから、耕耘方式そのものを見直そうとする意図をもった研究は少ない。これには、生産の場として土壌がどのような物理性を具備すべきか、また、そのための耕耘方式はどのようなものが望ましいかといった視点での土壌物理

分野からの問題提起が少なかったことも要因の一つと考えられる。

北海道の水田の畑転換率は最高時で50%にも達し、転作作物は経営規模が大きいことから省力的な秋播コムギが主体である。秋播コムギは他の作物と異なり播種時期が9月という作付体系上の制約から連作されやすく、病害の発生、収量や品質の低下などが問題となっている。この対策として、春播コムギの栽培が考えられるが、輪換畑は排水性や碎土性が劣り春播コムギの多収に必要な早期播種が困難であるなどの面から収量は不安定である。

\*1草地試験場山地支場 389-02 長野県北佐久郡御代田町塩野

\*2東北農業試験場 020-01 岩手県盛岡市下川赤平4

\*3農業研究センター 305 茨城県つくば市観音台3-1-1

キーワード：チゼル耕、春播コムギ、根系、根雪前播種

表-1 供試土壌の一般的性質  
Properties of the soils

土 壤	T-C %	T-N %	CEC me	交 換 性 K <sub>2</sub> O	塩 基 CaO	有効態 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	容積重 g/100ml	固相率 %	粗孔隙 %
羊ヶ丘	2.8	0.17	18.6	48	144	1.0	87.2	31.0	26.2
美 唄	6.7	0.39	25.2	27	266	12.3	81.6	31.8	22.7
北 野	4.0	0.22	20.5	19	204	23.7	82.1	30.9	29.7

1)羊ヶ丘は褐色火山性土、北野は灰色低地土(羊ヶ丘に移設して水田造成)、美唄は泥炭土、2)交換性塩基は乾土100g中のmg、有効態P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>はトルオーグ法で乾土100g中のmg

表-2 根雪前播種したハルユタカの根の伸長  
Root growth of spring wheat seeded at early winter

調 査 時 期	根 雪 前 播 種			春 播 種				
	月. 日	根 長 cm	根 重 mg	地上部重 mg	月. 日	根 長 cm	根 重 mg	地上部重 mg
越 冬 期	2. 2	24	—	—				
1 ~ 2 葉 期	4. 5	33	—	—	5.15	48	—	—
幼 穂 形 成 期	5.15	369	113	91	5.28	343	70	61

数字は個体当たり、根雪前播種は1990年11月20日、春播種は1991年5月5日に播種耕耘法はロータリ耕

最近、春播コムギの多収技術として根雪前播種法が開発された<sup>3)</sup>。この栽培方法は、春播コムギを前年の根雪前に播種し、春先の播種の遅れを回避し初期生育を確保しようとするもので、越冬後の株数が確保できれば通常の春播種に比べ多収であることが示されている。さらに、根雪前播種では春播コムギは積雪下で発芽するため、耕耘法については慣行とは異なる手法が採用できる可能性がある。そこで、耕耘法として碎土状態のごく粗いチゼル耕をとりあげ根雪前播種法に対する適用性を検討するとともに、作物にとって必要な土壌物理性とは何かについて考察した。

## 2. 試験方法

供試土壌は褐色火山性土(羊ヶ丘)、灰色低地土(北野)の造成水田および泥炭土(美唄、客土20cm)のいずれも輪換初年目畑を用いた。土壌の一般的性質を表-1に示した。

耕耘法は、チゼルプラウを用いたチゼル耕とロータリ耕(深さ10cm)とを対比した。チゼルプラウは、コイル式のスプリング爪を60cm間隔で4~5本2連を装着したものでチゼル爪の間隔30cm、全幅2.4mである。このチゼルプラウを用い深さ10~15cmで耕起した。耕起は10月~11月中旬に行った。

供試作物として春播コムギ(ハルユタカ)を用い、11月中~下旬の根雪直前に、播種量600粒/m<sup>2</sup>、散播(覆土無し)の条件で播種した。施肥量は、播種時にN4kg/10a、融雪後追肥としてN12kg/10a相当量を麦用化成肥料(N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O:10-18-12%)で合計N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K

2O:16-29-19kg/10aを表面施用した。処理区画面積は8~20m<sup>2</sup>、処理区は2~3反復とした。試験は1991年および1992年(いずれも収獲年次)の2年間行った。

調査方法のうち、一般的な分析および調査は常法によった。根の調査などは必要に応じて文中または図表の脚注に記述した。

## 3. 結果および考察

### 1)越冬中の春播コムギの生育および収量

根雪前播種された春播コムギは播種後間もなく根雪におおわれ、積雪下の地表で発芽する。表-2には慣行のロータリ耕における越冬~生育初期までの生育状況を示した。根の長さは、数個体を根を切らないように土壌ごとていねいに堀りとり、土壌を洗い落として直接あるいは広げた根の画像をパソコンにとりこみ測定した。積雪下の地表で発芽した春播コムギの地上部は、融雪期までもやし状の貧弱な生育状態のままであったが、発芽にとまって3~4本発生した種子根は越冬中でも伸長を続け、融雪期には個体当たり30cm以上に達し、地上部とは対照的に剛健な生育を示した。融雪期における越冬生存率は播種量の約60~70%であった。根雪前に播種された春播コムギの積雪下での生育は、融雪後の乾燥に耐え旺盛な初期生育を速やかに確保するうえできわめて有利であった。根雪前播種は通常の春播種(4月下旬~5月初旬播種)に比べ生育ステージは10日~2週間も早まり、穂数の確保や病虫害(アブラムシ、アカカビ病)の回避、収獲時期の早期化による穂発芽の防止などのメリットがあり、500kg/10a以上の多収が安定して得られた(表-

## 報文：春播コムギの根雪前播種栽培におけるチゼル耕の効果

3)。

慣行の春播コムギの栽培（春播種）では、齊一な出芽と初期生育の確保のために細かく碎土された良好な播種床造成が多収を得るうえで重要な条件の一つであり<sup>4)</sup>、通常の施肥を行うためにも耕耘が必要である。しかし、根雪前播種では前述のように、発芽が雪の下でなされるために発芽時の水分ストレスはほとんどなく、施肥は表面散布のみで対応できる。したがって、根雪前播種では耕耘の主要な目的である覆土や作業施肥を前提とした播種床造成は必要なく、根が伸長可能な空隙が確保される

ならば簡易な耕耘法が適用でき、土壤の物理的条件と作物の生育との関係をより直接的に観察することができると考えられた。

## 2)チゼル耕による春播コムギの根雪前播種栽培

チゼルプラウは緻密化した下層土の排水性や通気性を改良する目的で、土壤に人為的に亀裂を入れ膨軟にするためのもので、通常は40～60cm程度の深さで施工する。このチゼルプラウを深さ10～15cm程度で走行させると、ロータリ耕のように土壤を攪拌しないので、輪換畑のよ

表-3 春播コムギの収量に及ぼす根雪前播種の効果  
The effect of early winter seeding on the yield of spring wheat

年 度 (播 種 日)	穂数 本/m <sup>2</sup>	子実重 g/m <sup>2</sup>	比 %	千粒重 g	1穂 粒数	融雪後 生存率%	出穂期 月日	アカサビ 病被害
'91. 5. 5	411	376	100	39.5	23.0	—	6.15	微
'90. 11. 20	692	576	154	40.9	20.3	60.0	6.3	無
'92. 4. 20～28	516	523	100	36.7	28.0	—	6.24	微
'91. 11. 19～12. 8	721	585	112	37.7	21.8	71.0	6.10	無

'92年4月および'91年11月播種は羊ヶ丘、北野、美唄の平均値

表-4 根雪前播種した春播コムギの生育に及ぼすチゼル耕の影響  
The growth of spring wheat seeded at early winter and effect of chisel tillage

調査日	処 理	葉 長 cm	葉 数 枚	株 数 本/m <sup>2</sup>	茎 数 本/m <sup>2</sup>	穂 数 本/m <sup>2</sup>	生 重 g/m <sup>2</sup>	乾 重 g/m <sup>2</sup>
4月13日	10R	4.6	2.4	—	—	—	—	—
	チゼル	7.3	2.5	—	—	—	—	—
5月13日	10R	13.7	4.8	350	729	—	205	29
	チゼル	14.2	4.8	345	837	—	235	31
6月2日	10R	46.3	7.0	413	1539	—	2093	323
	チゼル	50.4	7.0	343	1180	—	2133	337
6月18日	10R	74.8	—	432	1247	900	3872	703
	チゼル	75.8	—	453	1278	953	4064	767

'92年北野灰色低地土、10Rは10cmロータリ耕

表-5 根雪前播種におけるチゼル耕の効果  
The effect of chisel tillage on the yield of spring wheat seeded early winter

土 壤	耕うん 処理	穂 数 本/m <sup>2</sup>	全 重 g/m <sup>2</sup>	子実重 g/m <sup>2</sup>	比 %	1穂重 g	千粒重 g	1穂 粒 数
羊ヶ丘	10R	692	1228	576	100	0.83	40.9	20.3
	チゼル	751	1383	638	111	0.85	40.2	21.1
北 野	10R	775	1327	585	100	0.75	38.2	19.8
	チゼル	750	1399	624	107	0.83	39.7	21.0
美 唄	10R	644	1386	588	100	0.93	36.7	25.2
	チゼル	589	1341	593	101	1.01	37.2	27.2

羊ヶ丘は1991年、北野および美唄は1992年の数字

うな水分が比較的高い圃場条件でも耕起作業が可能である。チゼルプラウ走行後は大小の土塊が生じて、圃場の表面はかなり凹凸が目立つが、このような条件で春播コムギを散播しても発芽および越冬性は通常のロータリ耕と大差ない値を示した。

表-4 に生育経過を示した。チゼル耕ではロータリ耕に比べ生育は生育期間全体を通してやや優る傾向を示し、幼穂形成期にあたる5月中旬にはすでに生育量および茎数が多く、良好な初期生育が確保されていた。

表-5 に収量結果を示した。いずれの土壌においてもチゼル耕はロータリ耕に比べ同等かそれ以上の高い収量

が得られた。収量構成要素をみるとチゼル耕は1穂粒数および千粒重が多い。図-1に、1991年の羊ヶ丘における穂数と収量の関係を示した。10cmロータリ耕は穂数が増加すると収量は頭打ちになるが、チゼル耕は穂数が増加してもそれに対応して収量が増加する。これらのことから、チゼル耕では初期からの旺盛な生育が、1穂粒数の増加および生育後半の子実の充実に結びついたためと考えられ、後述のように、チゼル耕によって得られる土壌の物理的に不均一な状態が、春播コムギの効率的な養水分の吸収を促進していたと推測される。

3)チゼル耕によって生じる土壌の物理的条件

チゼルプラウで耕起した土壌は水田時の状態がそのまま残った緻密な部分と、チゼルによって破碎された膨軟な部分が共存するきわめて不均一な状態にあった。作土層の深さ5~10cmにおける緻密部分と膨軟部分の一般的な物理性を表-6に示した。膨軟部分は粗孔隙に富み、

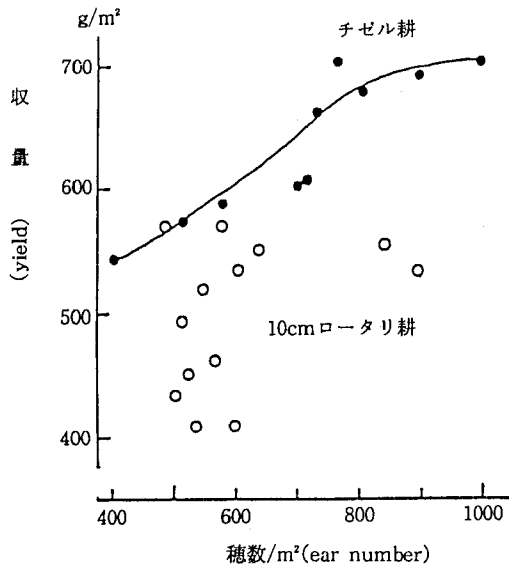
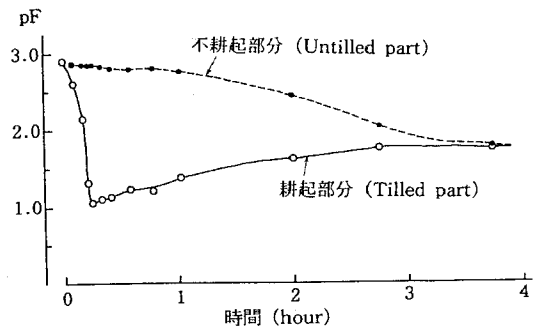


図-1 チゼル耕における穂数と収量の関係 (1991年, 羊ヶ丘)  
Relations between yield and ear number



深さ10cm, 径16cmの大型採土管にて深さ5~15cmの土壌採取し、耕起、不耕起それぞれの部位にテンシオメーターを挿入し、水200ml(10mm)を数回に分けて加え、経時的にpF値を測定。(1991, 羊ヶ丘土壌)

図-2 チゼル耕をした土壌の耕起部分と不耕起部分への水の浸透  
Process of water infiltration to the soil tilled by chisel plow

表-6 チゼル耕後の土壌の物理性  
Soil physical properties tilled by chisel plow

処 理	粗孔隙 %	易有効水 vol%	容積重 g/100ml	固相率 %	飽和透水係数 cm/s	体積割合 %
羊ヶ丘	膨軟部	26.2	9.3	87.2	31.0	48
	緻密部	8.2	9.5	107.8	39.7	52
北野	膨軟部	24.1	—	88.6	33.3	38
	緻密部	7.7	—	108.9	42.0	62
美唄	膨軟部	18.2	—	87.9	33.3	—
	緻密部	9.3	—	97.9	37.1	—

容積重、固相率は低く透水性は高かった。また、チゼル耕処理土壌の膨軟部分と緻密部分の割合は1：1～1：2であった。図-2は大型の採土管(2ℓ)により深さ5～15cmの土壌を採取し、徐々に水を加えた時の緻密部分と膨軟部分の水分張力の経時変化を示したものである。膨軟部分の水分張力は水の浸透とともに急激に低下し速やかに湿润状態になったのに対し、緻密部分の湿润化はかなり遅れ、土壌の不均一状態に対応した動きを示した。

4)チゼル耕における春播コムギの根の分布

図-3および図-4に、ロータリ耕とチゼル耕の垂直断面における緻密部分と膨軟部分の分布状態とチゼル耕の根の分布を示した。根の分布は、モノリス法で切りとった垂直断面の表面数ミリを根を切らないようにていねいに崩し取り、露出した根を透明のビニールに写し取ったものである。図中に示した根重と対比すると、表層の細根が過小に表現されており根の量的分布を表現する方法としては問題であるが、表層から下層に至る根の分布パターンを表現する方法としては利用できるものと考えられる。図-4から明らかのように、根の分布は作土表層では膨軟な部分に、緻密な下層では亀裂にそった部分に多く分布していることがわかる。図-5は、チゼル耕の深さ10cmの水平断面における根の分布を示したものである。図-4と同様、春播コムギの根は膨軟部分に集中する傾向が認められる。根の位置する部位を、亀裂部分、緻密部分、緻密部分縁辺および膨軟部分に区分し、根の数を計数してその割合を図-5に示した。それを見ると、

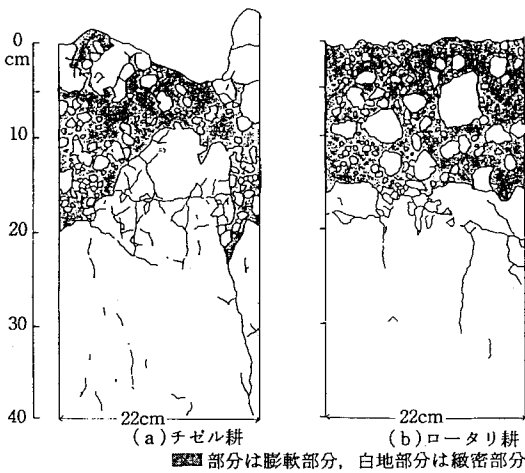
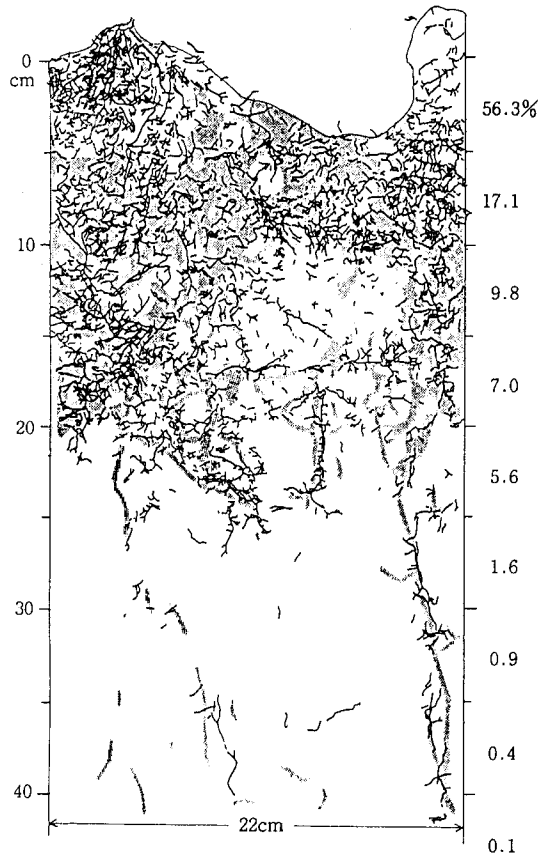


図-3 チゼルおよびロータリーで耕りんした土壌の垂直断面

Soil profile tilled by chisel(a)and rotary(b)plow



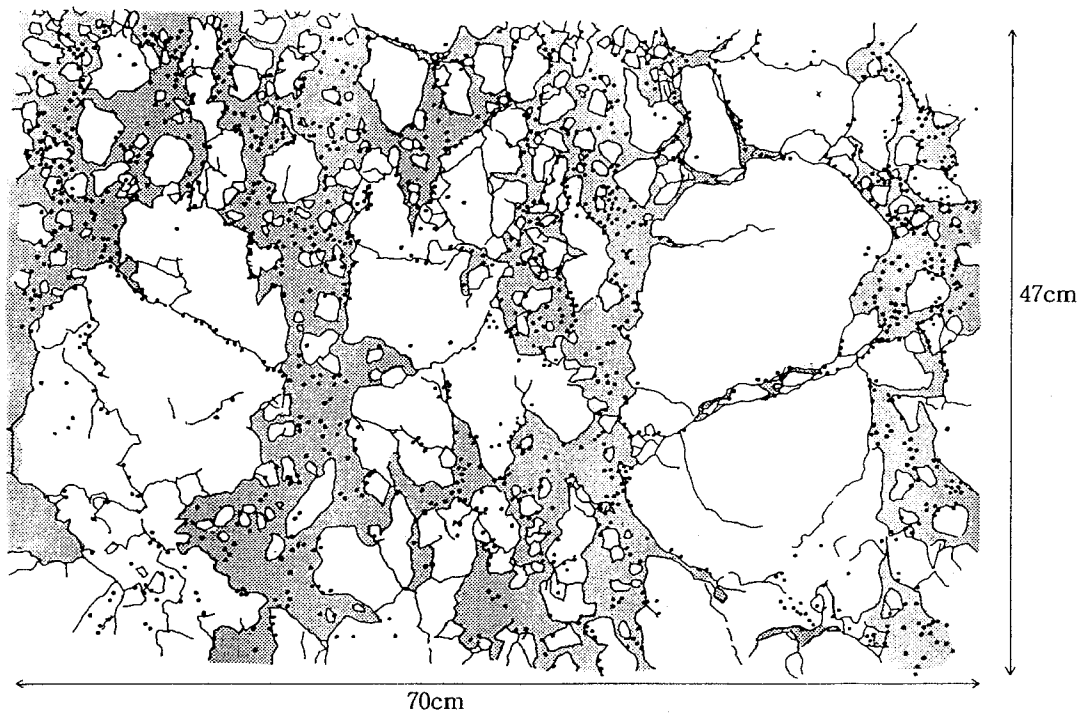
右の数字は深さ5cmごとの根の重量% 根の全重95.3g/m<sup>2</sup> (開花期, 1992北野土壌)

図-4 チゼル耕区の土壌断面における根の分布  
Root distribution the soil of chisel tillage

緻密部分および亀裂部分には約20%が分布するにすぎず、大部分が膨軟部分に分布する様子うかがえるが、膨軟部分の中でも緻密部分縁辺に存在する根の割合が全体の47%と最も多いことは、水や養分の移動経路と関連して興味深い。

4. おわりに

以上のように、転換畑における春播コムギの根雪前播種法は、生育および収量からみても簡易な耕転法であるチゼル耕が適用できることが明らかになった。これは、根雪前播種では発芽が積雪下でなされるために発芽時の乾燥ストレスがほとんど見られないことに起因しているが、逆にみれば発芽時の乾燥ストレスを回避することができれば、慣行のプラウ耕やロータリ耕などの全面耕転は必ずしも必要としないことを示している。また、北海



根の部位別分布(%)：緻密部5，亀裂部16，膨軟部79（うち緻密部縁辺47）

■部分は膨軟部分，白地部分は緻密部分（深さ10cm）

図中の点はハルユタカの根（肉眼で識別できる太さの根）（1992北野土壌）

図-5 チゼル耕区の土壌の水平断面と根の分布  
Horizontal profile of the soil tilled by chisel plow and root distribution

道における簡易耕<sup>5),6)</sup>に関する試験結果では、表層を浅く耕耘することにより作土上層部に物理的に不均一な状態を水平的につくりだし、土壌養分の表層集中による作物の初期生育を促進させることが示されたが、チゼル耕では土壌中に緻密部分と膨軟部分という物理的状态の全く異なる不均一状態を垂直的に作り出すことが可能であった。こうした土壌の物理的な不均一状態によって生じた養分や水分の不均一性が、作物の養分吸収にも有利に働いたと推測されるが、詳細については今後検討すべき興味ある課題である。

さらに、作物の生育からみれば、土壌の物理的な条件は独立して取り扱うことのできるものではなく、根の伸長と養分吸収は土壌の物理的条件と水および養分供給能との相対的な関係によって決まり、作物生産ではその最適組み合わせが問題であると考えられる。耕耘法は、それらの関係を制御できる有力な方法と位置づけられるべきであろう。また、慣行のロータリ耕などによる耕耘は、緻密化した作土を膨軟にし、新たな構造を造りだし、施

肥・播種および有機物や作物残の処理を容易にするなどのメリットはあるが、一方で碎土に大きなエネルギーと時間を要し、作物根などによって形成された既存の土壌間隙構造を破壊し、土壌動物などの土壌構造形成者を抑圧する<sup>2)</sup>という否定的な側面も指摘することができる。今後、作物の生産目的に応じた多様な耕耘法についての検討が必要であると考えられる。

なお、本試験で用いたチゼル耕は、破碎爪を土壌中で牽引するだけのきわめて簡易な耕耘法なので、粘質土壌に適用するためには既存のチゼルプラウだけでは難しく、碎土性を高める何らかの処理、あるいは前作の水稲を無代かきで栽培するなどの工夫が必要であろう。また、春播コムギの根雪前栽培は現在のところ北海道中央部の雪の多い地帯で適用可能であり、この技術を雪の少ない土壌凍結地帯に拡大するための技術開発は今後の課題である。

なお、本研究は北海道農試総合研究第1チームにおいて行われたものの一部であり、本研究の遂行にご協力頂

いた北海道農試の三木春一、竹下定男両技官および鈴木典子、西村千鶴子両氏に深謝する。

#### 引用文献

- 1) 吉田 健 (1988) : 畑作における耕うん作業の多様化と技術的問題、総合農業研究叢書12号、50~64
- 2) 渡辺治郎 (1987) : 土壌物理環境の制御と耕起方法、「作物生産における土壌物理環境はいかにあるべきか」研究会資料、30~37、農研センター
- 3) 佐々木高行ら (1991) : 多雪地帯におけるコムギの初冬播栽培について、北農、58、308~313
- 4) 渡辺治郎ら (1992) : 春播コムギの多収と根雪前播種、農業技術、47、449~453
- 5) 渡辺治郎ら (1987) : 重粘性土壌における簡易耕の導入、北農試研報148、139~156
- 6) 畠中哲哉ら (1987) : 簡易耕の導入に伴う土壌の変化と畑作物の反応、土壌の物理性、54、2~13

(受稿年月日 1993年12月9日)