

北海道における冷害と施肥

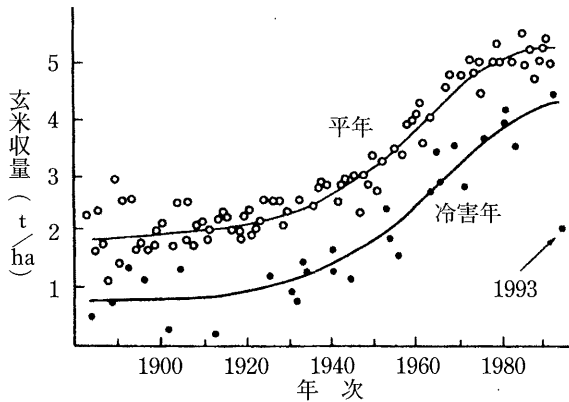
前 ホクレン農業協同組合連合会 (JAグループ)
管理本部 役員室

農学博士 関 矢 信一郎

はじめに

北海道の稲作は明治以来、3～4年に一度の冷害を受けて来た。しかし、耐冷性品種の開発と栽培技術の改良によって収量水準は著しく向上している。因みに未曾有の大冷害とされている平成5年(1993年)は、作況指数40、収量203kg/10aであったが、この収量は大正期(1912～'25年)の平均収量とほぼ同水準であり、この頃の大冷害、大正2年('13年)の収穫は12kg/10aであった(図1)。

図1. 北海道における水稲単収の推移 (佐竹)



平成5年の冷害の後、農水省は農家にアンケートによって冷害対策技術の調査を行っている。この結果のうち被害の軽減及び発生にかかわった要因をまとめて表1に示した。軽減要因では施肥対策が最も多く、水管理、地力対策が続いている。一方、発生につながった要因としても、施肥、地力対策が大きい。この様に地力・施肥は冷害に深くかかわっている。

ここでは、北海道における稲作の冷害と施肥について現地や圃場試験の事例を中心に述べてみたい。

なお、施肥、イモチ病、冷害には密接な関係があるがここでは触れない。

表1. 1993冷害年における被害軽減要因

(農林水産省)

(単位：%)

要 因	軽減要因 (回答数1,297)	発生につながった要因 (回答数196)
地力対策	15.2	8.7
施 肥	22.4	10.7
品 種	4.4	4.1
育 苗	4.9	9.7
田 植 え	3.2	2.5
水 管 理	20.8	8.1
防 除	15.3	14.3
収 穫	0.8	3.6
稲作への取組み 姿勢 (意欲)	12.2	34.2
そ の 他	0.8	4.1

註 被害軽減要因のうち

地力対策—①土壌改良資材の施用, ②堆きゅう肥と土改資材の施用, ③堆きゅう肥の適切な施用, ④深耕, ⑤秋冬耕,

施肥対策—①生育診断による追肥の抑制, ②基肥の抑制, ③生育診断による適切な追肥, ④基肥と追肥の抑制, ⑤りん酸の多用。

被害発生にかかわった要因のうち

地力関係—①堆きゅう肥の施用, ②稲わらの施用。

施肥関係—①基肥多用によるイモチ病の発生, ②画一的な追肥, ③緩効性肥料によるイモチ病の発生。

施肥と冷害

北海道において施肥と冷害のかかわりが何時から注目されたかは明らかでない。開田当初の5～10年は無肥料であったため見過ごされていた可能性もあろう。一方、東北地方出身の開拓者の中には出身地での経験はあったとも考えられる。

北海道庁の農務局長を勤めた酒匂常明の「北海道稲作論」には、明治25～28年(1892～5年)の白石試作場の成績がある。この中の肥効試験で、冷害年だった26年では、糠粕を施用した3つの試験区の収量が他の年に比べ著しく低くなっている。しかし、この著者はこの点について何も言及していない。全道的にも殆ど無肥料だった時期だけに施肥と冷害の関係は研究者も注目しなかった様である。

明治30, 35, 38, 39年(1897, 1902, 05, 06年)及び大正2年('13年)は冷害であったがその後、昭和2年('15年)を除き大正・昭和初頭を通じ

平年作が続いた。そのためもあって北海道の水田は限界地帯を拡げていった。昭和6年(31年)以降続いた冷害は、限界地帯に大きな被害を与えると同時に、全道的に多肥傾向にあった本道稲作に冷害と施肥の関係を注目させることとなった。

昭和10年代の施肥標準では、冷害出現の危険性から地帯を3段階に分け、施肥量に差をつけている(表2)。

表2. 昭和10年代の施肥標準の例 (貫/反)

種 別		硫安	魚粕	大豆粕
冷害の危険特に多き地方	普通地	1.5	3.0	—
	泥炭地	1.0	2.0	—
冷害の危険多き地方	普通地	2.0	4.0	—
	泥炭地	1.5	3.0	—
冷害の危険少なき地方	普通地	2.5	4.0	1.0
	泥炭地	2.0	3.5	—
	火山灰地	3.0	3.5	1.5

注 りん酸、加里については地方による差はない

更に留意事項として、有機質肥料や石灰窒素は低温下では分解がおそく、肥効の発現が遅れて生育が遅延し、登熟歩合低下のおそれがあるとしている。

また、従来から三要素試験の無りん酸区は冷温年での減収が著しいことから、りん酸と冷害の関係が注目されていた。施肥標準の中では、無りん酸区の出穂期、登熟期が冷害年では3～4日遅れるとして、冷害対策としてのりん酸施用がすすめられている。

施肥標準と冷害対策

大戦中及び戦後の数年間は肥料不足下での増産が求められ、冷害対策は関心がもたれなかった様である。肥料が潤沢となって来た昭和28, 29, 31年(1953, '54, 56年)は冷害年となった。

昭和32年(57年)道農務部は新たに施肥標準を設定した。ここでは全道を主として気象条件から11地帯に区分し、冷害の危険性を示唆している。冷害対策は特記していないが、ほぼ収量に応じた窒素・カリと対照的に、りん酸は全道ほぼ一律で、これは冷害対策とみることができよう。

昭和34年、戦後普及していた全量全層施肥を、初期生育を遅らせるとして一部を表層施肥すること

が奨励された。以降、全層と表層の組合せが検討されたが、省力の方向の中での普及は不十分だったと思われる。

北海道の施肥は全量基肥を原則にしていたが、収量水準が向上し施肥量が増加すると冷害の危険性の増大が問題となった。これに対応するため、昭和38年('63年)分施肥が施肥標準に導入された。これは施肥標準の窒素基準量の80%程度を基肥として施用し、天候の見極めがついた後、残りの20%を施用するものである。以降、現在まで水稲施肥の原則となっている。

その後、全国的な流れの中で北海道でも基準量を超える追肥についても検討が行われ、昭和45年道農務部の指導事項になった。ここでも分施肥が原則となっている。この時期、多収と冷害対策を両立させる追肥法として、止葉期追肥法、漸増追肥法なども提案された。

しかし、追肥にせよ、分施にせよ現場での普及は一部に限られていた様で、平5冷害の被害軽減の優良事例として分施肥が改めて紹介されている様である。

現行の施肥標準は平5冷害の後、平成7年(95年)に設定されたものであるが、良食味生産を主要な目標としており、冷害対策として特記されているのは分施肥だけである。ほかには追肥は不安定性を増し食味を低下させるとしており、初期生育不良地帯での側条施肥又は表層施肥が推奨されているくらいである。

この後、平成9年に乾土効果を秋又は春先の採取土壌から推定し、窒素施肥量に勘案する方式が採用されている。これらはいずれも良食味生産のため、減肥を前提とするものであるが、結果的には冷害対策となっている。

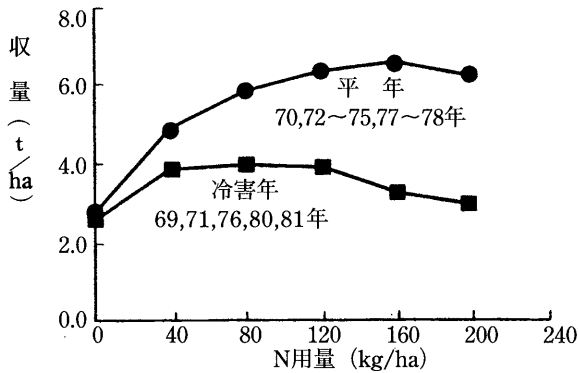
冷害と窒素施肥

冷害に及ぼす施肥の影響については、実験的な解析には限界があり、圃場試験などの冷害年と平年との比較が中心となる。従って、種々な解析が可能なデータは少ない。ここでは、北農試*が昭和44年(1969年)からほぼ15年間に実施した種々な施肥試験成績のいくつかを取り上げ、紹介したい。なお、この圃場の土壌は湿性火山灰土、供試

*北海道農試、現(独)農業技術研究機構、北海道農業研究センター。

した品種は中晩性のユーカーである。15年のうち、'69, '71, '76, '80, '81, '83年が冷害年である。

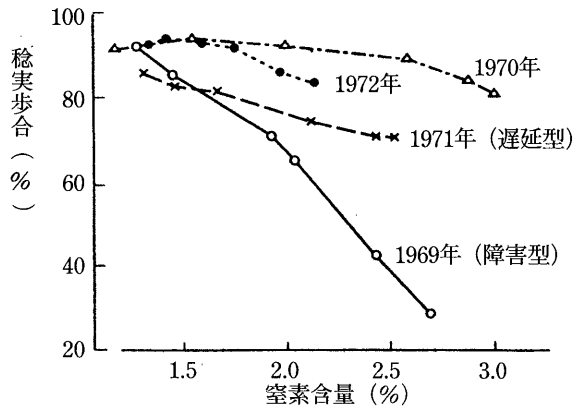
図2. 窒素用量と収量—冷害年と平年の対比— (1969~81)



基肥窒素施用量を0~200kg/haとし、40kg毎に5区を設けた。'69~'81年の収量を図2に示す。平年では160kg/ha区(以下N16区)で最高収量を得ているのに対し、冷害年ではN4~12区でほぼ同水準、N16以上の区ではN0区より低くなる年もあった。この結果からでは、基肥施用量は12kg/10aが限界となる。

1969~72年の4年間で、'70, '72年が平年、'69, は障害型の、'71年は遅延型の冷害年であった。図3に示す様に窒素用量に対する反応は、冷害の型によって著しく異なっている。収量で見ると、障害型の'69年ではN4~8区が最も高く、遅延型だった'71年はN4~20区迄、ほぼ同じ水準である。(ここでは屑米も収量している)。この様に施肥限界も冷害型によって異なって来る。

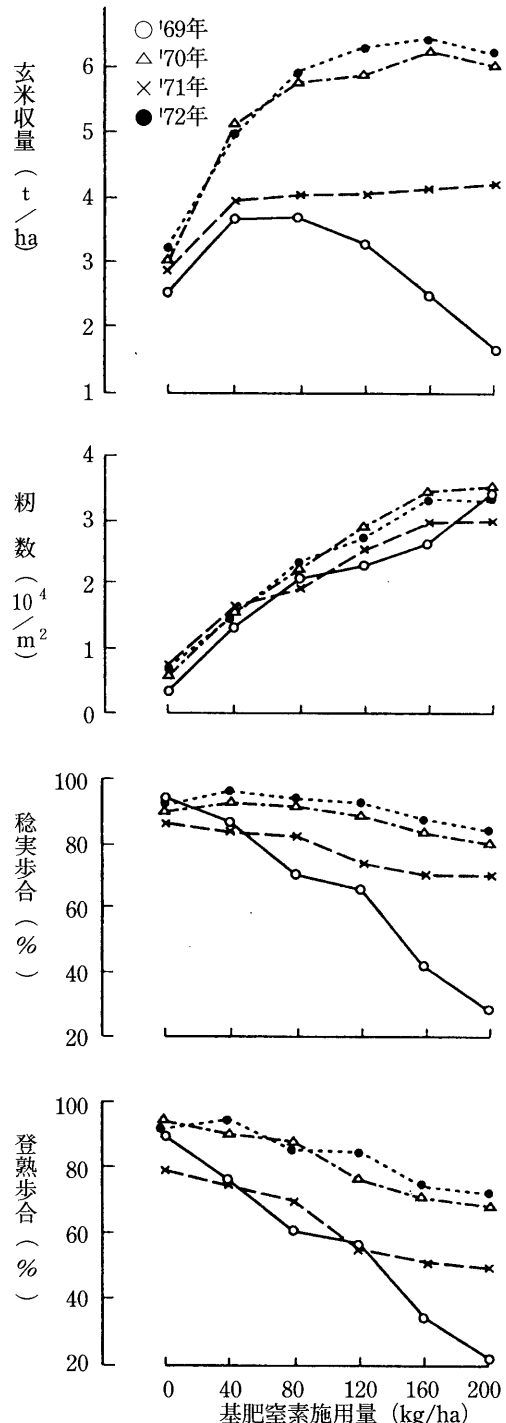
図3. 止葉期の茎葉の窒素含量と稈実歩合の関係



収量を構成要素で見ると図4の様になる。まず、籾数の年次間差は高窒素レベルでややふれるが、

窒素用量に対しほぼ直線的に増加している。稈実歩合は、障害型の'69年では窒素用量と共に著しく低下しているのに対し、遅延型の'71年では全体としては低いものの、窒素用量に対しては、平年とほぼ同様な傾向を示している。一方、登熟歩合では、'71年も窒素用量と共に低下が著しく、平年との差が明らかである。

図4. 窒素用量と収量, 収量構成要素の関係



低温の被害は障害型で著しいことから、不稔発生に関する研究は寒地稲作の中心的な課題となっている。この結果、多くの成果が出されているが、稲体の窒素栄養—窒素施用量と冷害との関係については全面的な解明に至っていない。

一方、不稔発生機構の研究から、穂ばらみ期の深水灌漑が不稔発生防止に有効であることが立証された。そこで、畦畔をかさ上げして穂ばらみ期の水位を20cm程度に上げる技術が普及した。また、現在、北海道では良食味米生産の上から窒素減肥が奨励されており、これは結果として冷害対策になっている。

冷害とりん酸

冷害年におけるりん酸施用の効果は前述の様に三要素試験の成績から注目され、りん酸多肥は冷害対策技術とされていた。

冷害のうち障害型冷害にはりん酸多用の効果すなわち、不稔発生防止効果のないことが、実験的に証明されている。

一方、遅延型についての圃場試験のデータを図5に示した。この試験はりん酸残効試験区を含む種々な試験区の幼穂形成期の土壌中の有効りん酸濃度(ブレイNo2)と止葉期の稲体のりん酸含量及び収量を調べたものである。土壌中の有効りん酸濃度が上昇すると茎葉のりん酸含量も高くなるが、30mg/100g乾土、0.9%で頭打ちとなる。

収量も同様で4.5t/haが限界である。なお、この試験区

の窒素基肥量は80kg/ha(N8)で、追肥はされていない。

この様に土壌中の有効態りん酸がある水準以下では、りん酸施肥、多用の効果が認められる。特に低温条件下では、土壌りん酸の有効化が遅れることもあって施肥りん酸の効果は高いと推定される。しかし、現在土壌中の蓄積りん酸が高まり、10mg/100g乾土(トルオーグ)以上とされている中では有効性は高くない。北海道でも冷害年のりん酸施用効果については'60年以前の報告に多い。

カリ

冷害とカリ、特に障害型冷害との関係については従来から見解が分かれている。すなわち、カリの施用が不稔発生を抑制する、助長するの両論があるが試験例は少ない。平5冷害(1993年)では三要素区無カリ区に不稔が多かったとの報告があり注目されている。

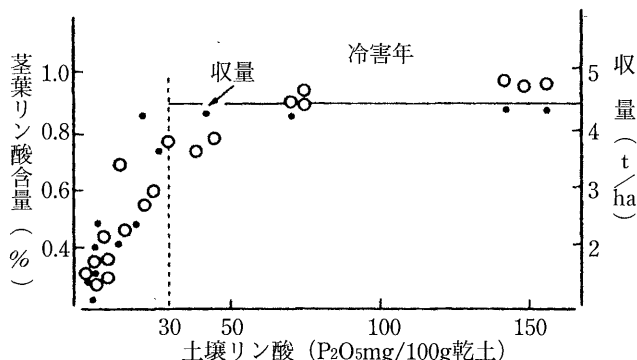
堆肥と冷害

冷害の被害調査で、被害を軽減した技術として堆肥の施用があげられることが多い。研究としても実験的に堆肥施用が不稔率を低下させたとする報告はある。

表3. 冷害年における収量に対する堆肥の効果
(北海道・東北地域)(久津那, 1987; 大山, 1985)

	堆肥	平均収量(指数) (t/ha)	変動係数 (%)	冷害年の収量(指数) (t/ha)	備 考
北海道	—	4.86 (100)	14.4	4.32(100)	1962~1983年, 冷害年 94試験地の平均
	+	5.21 (106)	15.1	4.55(105)	
東 北	—	5.38 (100)	12.1	5.13(100)	1975~1984年, 冷害年 514試験地の平均
	+	5.64 (106)	11.1	5.41(105)	

図5. 土壌リン酸(P₂O₅)と稲体リン酸含量および収量



しかし、多くの圃場試験のデータでは、特に軽減したとするものは少ない。表3は北海道及び東北地域において各道県農試の堆肥施用試験区と対照区の収量差を比較したものである。これによれば、北海道では堆肥施用の増収効果は平年と冷害年に差がなく、変動係数もほぼ同じである。このことは堆肥には冷害抑制に特別な効果が認められないことを示している。東北地域でもほぼ同様である。

いくつかの堆肥連用試験成績の解析の結果、堆

肥施用の効果とされているものの殆どが養分供給で説明がつくとされている。冷害についての効果もほぼ同様なことと考えられる。

堆肥施用は窒素供給量を増し、稲体の窒素含量を高め、着粒数を増加させる。図6に稲体の窒素

図6. 無機質肥料窒素 (0~20kg/10a) 施用区と堆肥 (1~3t/10a) 併用区の止葉期におけるイネ茎葉窒素、含量と稈歩合

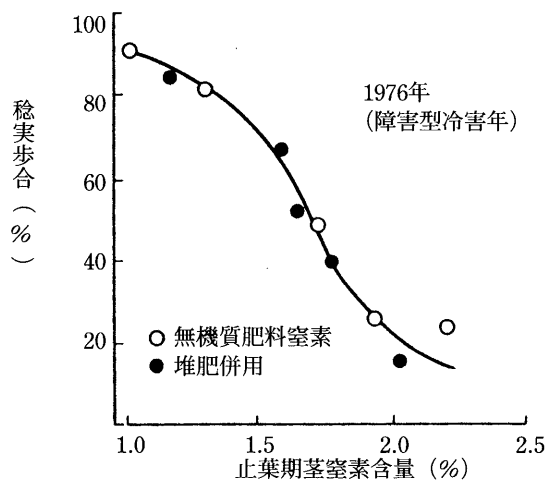
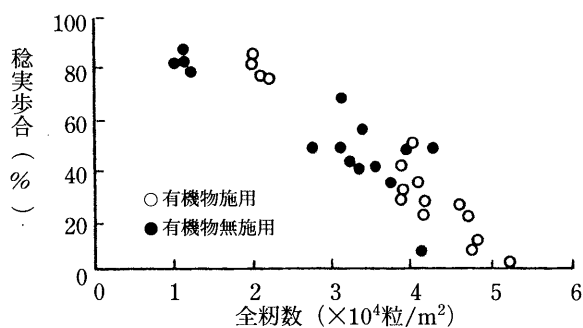


図7. 粒数と稈歩合に及ぼす有機物の影響



含量と不稈発生との関係を示した。1976年の障害型冷害年において、止葉期の茎葉の窒素含量と不稈歩合の関係をみると、堆肥施用の有無にかかわらずほぼ同一線上にあり、両者に特に差はない。図7に全粒数と稈歩合の関係を示した。この場合も堆肥区と無施用区はほぼ同じ直線上にあり有意差はない。このことは、堆肥施用の効果は全粒数を増すこと一窒素供給増で説明される一であっ

て、不稈歩合を低下させるものでないことを示唆している。

従って、稈歩合は堆肥区が多くなり、出穂後の窒素供給が有効に作用すれば、増収の可能性はある。しかし、これも窒素供給量の増加で説明できよう。

おわりに

現在、北海道の生産現場の窒素施用量は前号で述べた様に急減しており、平成11年現在、施肥標準を下まわっている。これは食味向上のためであるが、結果としては冷害対策となっている。

北海道では平5冷害以来8年、冷害年はない。これは気象条件が比較的良好なことが主であるが、良食味米として採用された「きらら392」が耐冷性であること、障害型冷害対策として深水灌漑が普及したことがあげられよう。

当分の間、良質米生産下でこの様な消極的な冷害対策が続くことになるものと思われる。

しかし、堆肥多用を前提とする環境保全型農業や省力のための直播、区画拡大、緩効性肥料などには冷害対策が未検討のものが多く、今後の課題である。

参考文献

- ・酒匂常明：北海道稲作論 耕読舎 (1896)
明治農書全集 第一巻 (1983) 収録
- ・石塚喜明監修・星野達三編著：北海道の稲作 北農会 (1994)
- ・農林水産省：冷害と稲作技術 全国農業改良普及協会 (1994)
- ・北農会：北海道における水稲栽培の特質 北農会 (1972)
- ・北海道農業教育研究会：北海道の水稲栽培法 淳文書院 (1941)
- ・北海道農政部：施肥標準 (1957~'95)
- ・関矢信一郎：水稲冷害と土壤肥料 土肥誌 66巻 6号 (1995)