

# 泥炭農地の地盤沈下の長期観測

寒地土木研究所 資源保全チーム ○大久保 天  
道北支所 池田 晴彦  
道北支所 細川 博明

泥炭農地面の標高観測が、造成直後の1963年から1999年まで断続的に行われてきた。その観測の継続として、2009年に同地点において水準測量を実施した。その結果、圃場面は1999年観測時からさらに沈下しており、造成後46年間で圃場面の平均地盤高は6.87mから5.46mとなり、約1.5mの地盤沈下が生じていた。その沈下速度は、初期の10年間に於いて5.3cm/年、その後の36年間に於いて2.7cm/年であった。また、圃場内の泥炭層の物理性について分析を行い、泥炭層上部はそれ以深の泥炭層に比べて、間隙比が小さい状態であることを示した。

キーワード：泥炭農地、地盤沈下、長期観測、土壌調査、地盤沈下メカニズム

## 1. はじめに

北海道では泥炭未墾地を農地化するための大規模な排水事業が実施されてきた。しかし、泥炭農地は排水に伴いしばしば地盤沈下を引き起こすことが知られている<sup>1)</sup>。地盤沈下が進行すれば、圃場内の地下水位は相対的に上昇することになり、そのため排水不良となった農地では、農業生産性の低下を招くことになる。これまでその対応策として、排水改良の実施や置土による圃場面の嵩上げなど基盤改良の再整備が行われてきた。しかし、こうした事後対策には多大な労力と工事経費を伴うことになる。そこで、農地の永続的かつ低コストな利用という観点から、泥炭農地の地盤沈下をできるだけ抑制し、管理する手法の開発が求められている。しかし、そうした沈下抑制対策に先立つ泥炭農地の地盤沈下メカニズムの解明が十分に進んでいるわけではない。それには圧密理論を基礎としたこれまでの土質工学的手法の適用だけでは、実際の観測結果を十分に再現できないことが指摘されている。泥炭農地の地盤沈下要因は、圃場内の排水による地下水位に関連し<sup>3)</sup>、①地下水位の低下に伴う地下水位上部の泥炭層の浮力低下による下部泥炭層の圧密、②地下水位低下による地下水位上部の泥炭層の乾燥収縮、③地下水位低下による地下水位上部の泥炭層の好気状態による分解・消失が考えられている。泥炭農地ではこうした地盤沈下過程が複合的に進行していると考えられ、泥炭農地特有の新たな解析手法の開発が必要となる<sup>4)</sup>。ただし、そのための基礎となる長期間に渡る地盤沈下の観測事例は少なく、その沈下実態が十分に把握されているとはいえない。

サロベツ（豊富町）の泥炭農地（草地）では、農地造成後の1963年から1999年まで断続的に圃場面の水準測量

が実施されてきた<sup>5)6)7)</sup>。本報は、その標高観測の継続として2009年実施の水準測量結果を加えて、農地造成後46年間の地盤沈下実態を報告するとともに、同圃場にて実施した土壌調査結果を合わせて、若干の考察を試みた。

## 2. 調査方法

本調査対象とする農地は、サロベツ泥炭地に位置し、1960年代初期に造成された農地（以降、本調査圃場と

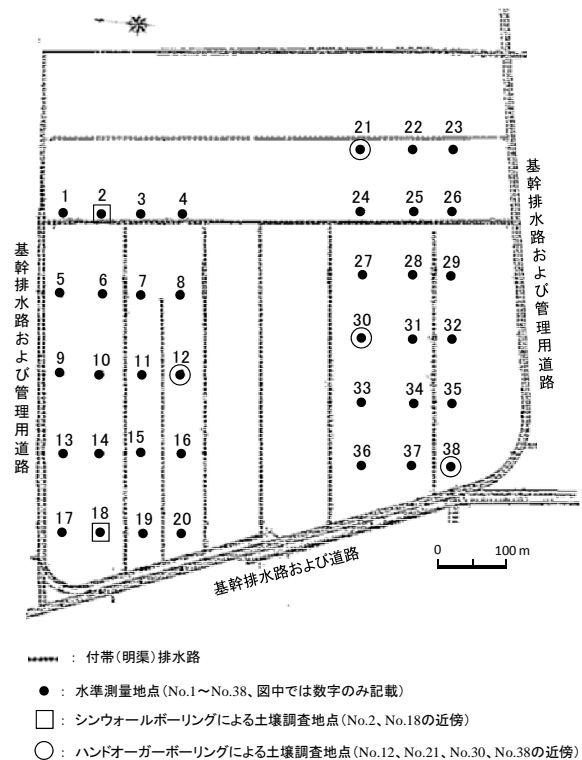


図-1 調査圃場における水準測量地点と土壌調査地点

呼ぶ)である。造成後営農は継続され、1980年代には無客土であった圃場面に約10cmの客土が投入された。同圃場では、1963年から1974年までの毎年と1999年に、圃場内複数の定点において水準測量が実施されてきた。本研究は、その同地点において水準測量を実施するとともに、数箇所において土壌調査を行った。

図-1に本調査圃場における水準測量地点と土壌調査地点の位置を示す。水準測量は、No.1~No.38の全地点で実施した。No.2とNo.18地点近傍において、シンウォールボーリングによる土壌断面調査と、採取した不攪乱試料について、容積重、含水比、強熱減量等の土壌分析を行った。No.12、No.21、No.30、No.38地点の近傍においてハンドオーガボーリングによる土壌断面調査を実施した。

### 3. 結果および考察

#### 3.1. 水準測量調査

##### 3.1.1. 圃場面標高の経時変化

農地造成直後の1963年から1999年までの既存の水準測量結果に2009年の測量結果を加え、本調査圃場面上38地点の経時的な標高の変化について把握した。そのうちの具体例として、図-2~図-7にそれぞれNo.2、No.12、No.18、No.21、No.30、No.38各地点における圃場面標高の経年変化を示す。ただし、36年後(1999年)及び46年後(2009年)の標高は、実際的水準測量結果から客土層厚0.1mを差し引いて補正している。造成直後10年間の標高推移には、それぞればらつきがみられるものの、いずれの地点においても長期的な地盤沈下が

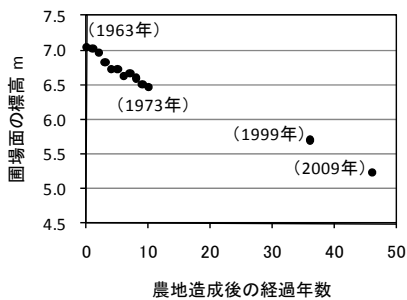


図-2 No. 2 地点の標高の経年変化

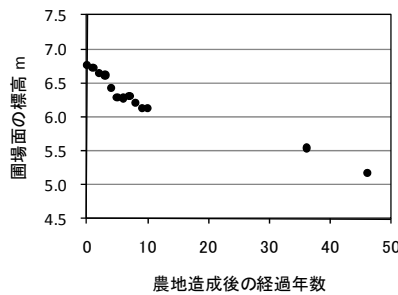


図-3 No. 12 地点の標高の経年変化

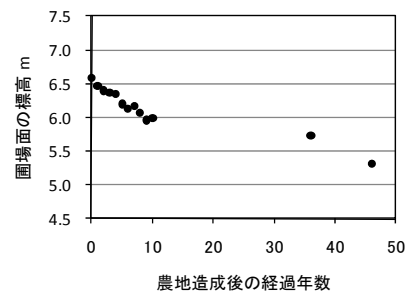


図-4 No. 18 地点の標高の経年変化

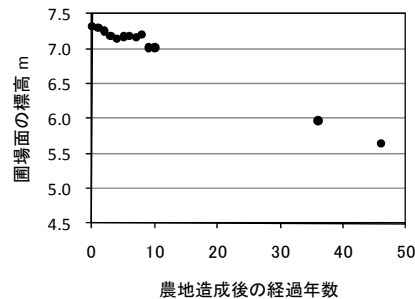


図-5 No. 21 地点の標高の経年変化

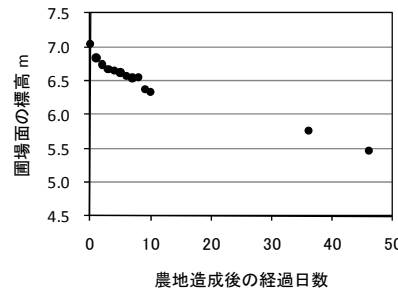


図-6 No. 30 地点の標高の経年変化

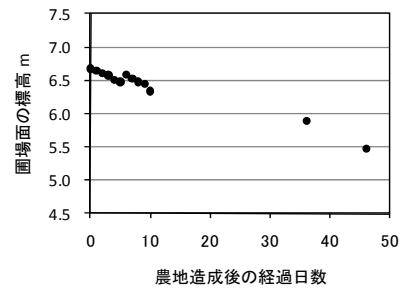


図-7 No. 38 地点の標高の経年変化

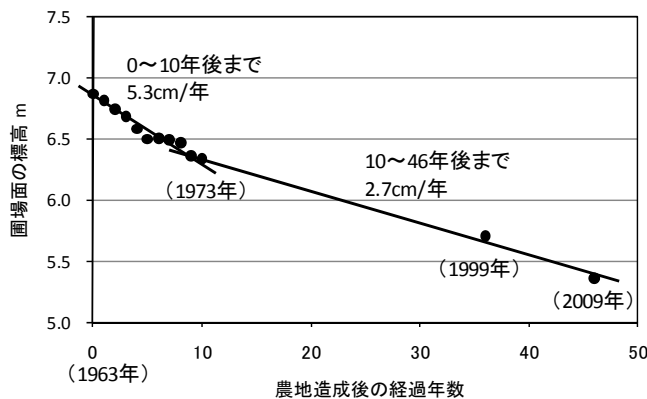


図-8 全地点の平均標高の経年変化

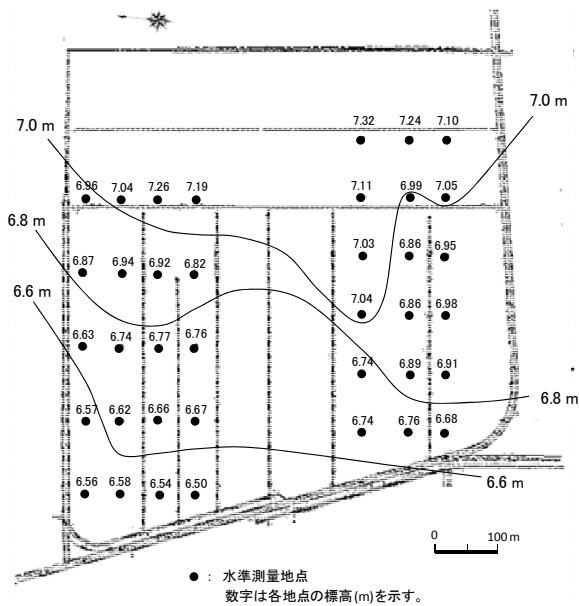


図-9 1963年当初の調査圃場面の標高分布

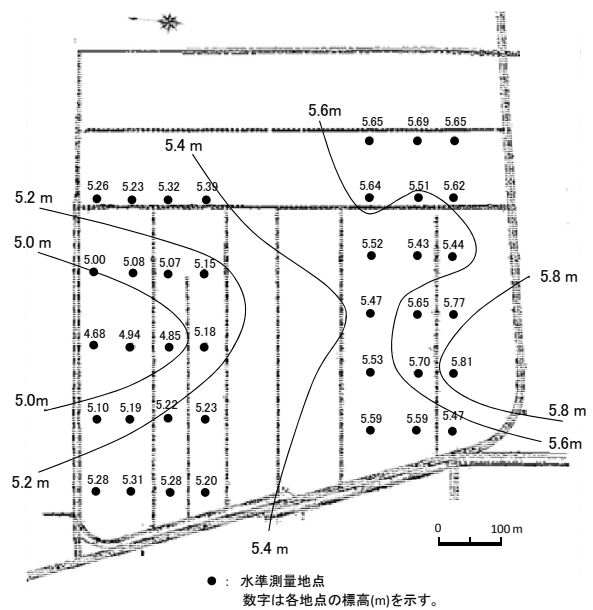


図-10 2009年の調査圃場面の標高分布

生じており、現在もなおその沈下傾向は継続しているものと考えられる。他のすべての水準測量地点についても、同様な沈下傾向を示す結果であった。図-8には全地点における平均標高の経年変化を示す。1963年の水準測量開始以来、ほぼ連続的な地盤沈下を示し、46年間に平均地盤標高は6.87mから5.46mとなり、約1.5mの地盤沈下が生じた。また、その地盤沈下速度は、初期の10年間に於いて5.3cm/年、その後の36年間に於いて2.7cm/年であった。

本調査圃場は約10cmの客土のみで表土の荷重は小さく、また最近10数年間のうちに、本調査圃場の地下水位に影響を与えるような排水改良事業等の実績はない。それゆえ、1999年から2009年までの10年間の地盤沈下速度は、それ以前の沈下速度より小さくなる（地盤沈下はしたいに収まる）結果が期待されたが、以上のように本調査圃場の標高は、1973年の標高以来、ほぼ直線的な沈下の傾向を示した。

### 3.1.2. 圃場地盤標高の面的分布

1963年当初の本調査圃場面の標高分布を図-9に示す。図中の数値は、No.1～No.38各地点（地点No.の記載は省略）の標高を示す。圃場面全体は、西側へ向かって標高は低い傾向で、標高の最高位はNo.21地点の7.32m、最低位はNo.20地点の6.50mで、その差は0.82mであった。図-10に2009年の本調査圃場面の標高分布を示す。造成直後の場合と変わり、圃場面全体の標高は北側に向かって低くなる傾向となった。その最高位はNo.35地点の5.91m、最低位はNo.9地点の4.78mであり、その差は1.13mであった。このように、造成直後の圃場面および2009年の圃場面には、それぞれの標高勾配に一定の傾向がみられる。図-11にはその両者の標高差から求めた46年間の地盤沈下量を示す。各地点隣接の地盤沈下量

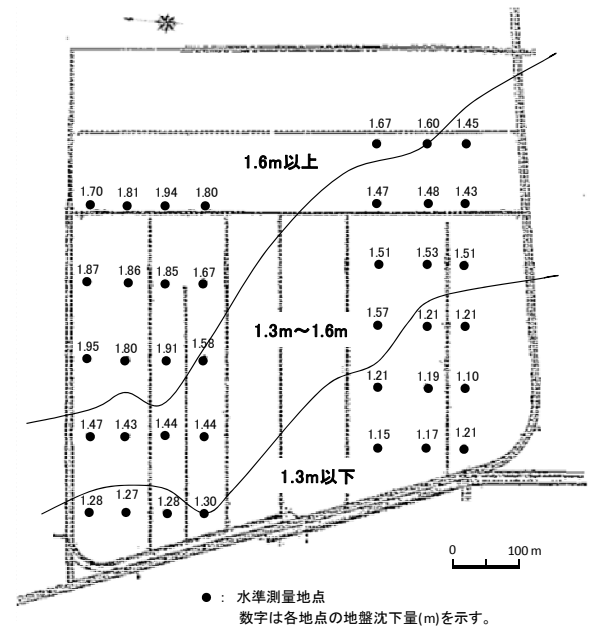


図-11 調査圃場面の地盤沈下量の分布

にはばらつきもみられるが、大局的にみると北東方向に向かって地盤沈下量が増加する一定の傾向が確認された。また、同様な地盤沈下量の分布傾向が、1999年時点の水準測量データにおいても確認されている<sup>67)</sup>。

以上のように、面的な地盤沈下の一定傾向を起因させる何らかの要因の存在が示唆される。泥炭農地の地盤沈下は、前述のように地下水位に関連し、地下水位が低いほど地盤沈下への影響は大きいと考えられる。すなわち、図-11に示すような地盤沈下量の分布傾向は、圃場内の地下水位に関連すると推察される。しかし、本調査圃場では地下水位観測の実績がないため、今後、地下水位観

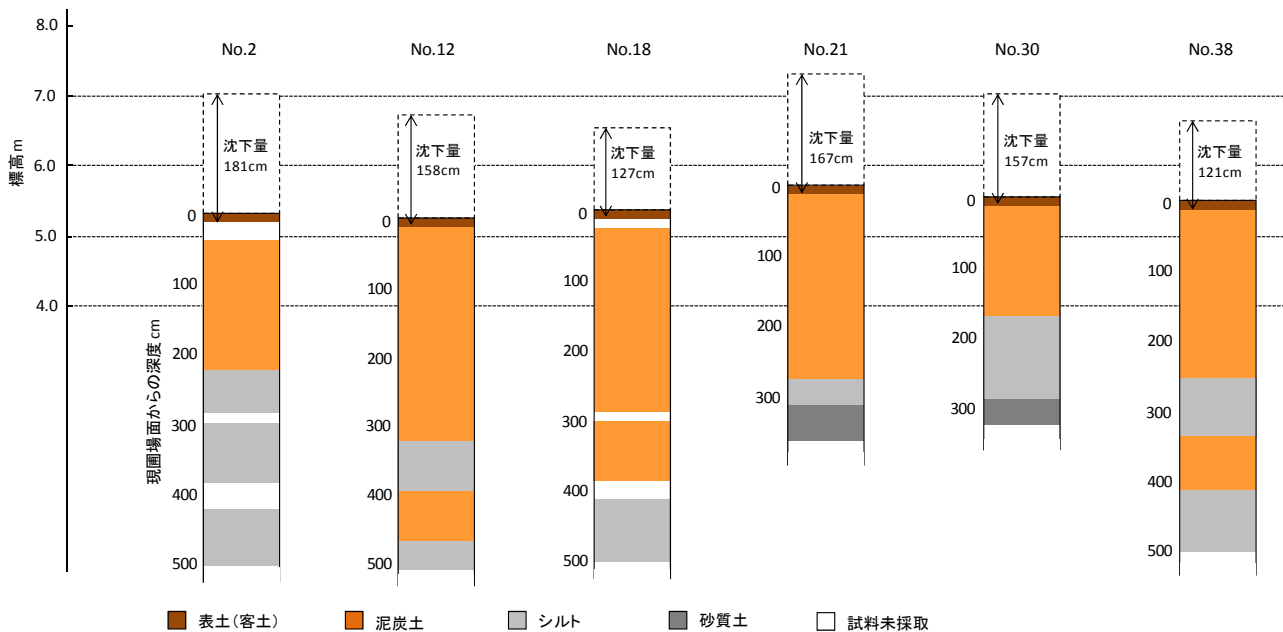


図-12 ボーリングによる土壌調査地点の柱状図

測を実施し、その検証を行っていく必要がある。このような地盤沈下の面的な傾向の主要因を探究することは、本調査圃場を含む広域的な地域の状況と泥炭農地の地盤沈下との関係を理解する上で重要と考えられる。

### 3.2. 土壌調査

#### 3.2.1. 土壌断面

図-12 に圃場内の No.2、No.12、No.18、No.21、No.30、No.38 の各調査地点近傍において実施した土壌調査の柱状図と農地造成当初の標高及び地盤沈下量を合わせて示す。表層約 10cm は客土された土壌であり、その直下に泥炭層が数百 cm、それ以深はシルト層及び砂質層が続く。No.2 及び No.18 地点におけるシンウォールボーリングでは、地表面から約 800cm まで掘削し、それぞれ地表面から約 220cm、400cm 以深ではシルト及び砂質層が続くことを確認した（図-12 では 500cm 以下を省略）。ハンドオーガーによる調査では、約 500cm までの掘削を計画したが、No.21 と No.30 地点の調査では、人力による砂質層の掘削は困難となり、300cm 強の掘削深度に留まった。泥炭層の層厚は、約 200cm～400cm の間で調査地点により異なっていた。農地造成当初の泥炭層厚は、現在の泥炭層厚に地盤沈下量を加えたもので、それは約 300cm～550cm であったと考えられる（表-1）。造成当初における本調査圃場内の泥炭層厚に関するデータはないが、その近傍において調査された柱状図を参照<sup>8)</sup>とすると、当時の泥炭層厚はシルト層 30cm を挟んで約 550cm であり、上記の泥炭層厚の推定値と整合すると思われる。

#### 3.2.2. 土壌分析

農地造成以来、地盤沈下に伴い泥炭土壌の状態は変化

表-1 各調査地点における造成当初の泥炭層厚の推定

| 調査地点  | 2009年調査時<br>泥炭層厚 cm | 地盤沈下量 cm | 造成当初の泥炭層厚の推定値 cm<br>(2009年調査時泥炭層厚+地盤沈下量) |
|-------|---------------------|----------|--|
| No.2  | 230                 | 181      | 411                                      |
| No.12 | 400                 | 158      | 558                                      |
| No.18 | 400                 | 127      | 527                                      |
| No.21 | 280                 | 167      | 447                                      |
| No.30 | 180                 | 157      | 337                                      |
| No.38 | 330                 | 121      | 451                                      |

してきていると考えられる。とくに泥炭層内部では、圧密あるいは乾燥収縮による作用が、間隙比の低下やそれに伴う乾燥密度の増加、含水比の低下など土壌の物理性の変化として現れると予想される。例えば、No.2 地点における泥炭層厚は、No.18 地点における泥炭層厚の半分程度であるが、No.2 地点における地盤沈下量は、No.18 地点の地盤沈下量よりも大きい。すなわち、この両地点の泥炭層を比較した場合、No.2 地点の泥炭層の方が No.18 地点の泥炭層より土壌の物理性の変化が大きいと考えられる。

図-13 と図-14 に、それぞれ No.2 地点、No.18 地点の間隙比、含水比、容積重及び強熱減量を示す。予想されたとおり、No.2 地点における間隙比は、全体として No.18 地点の間隙比より小さい値を示した。また、それぞれ鉛直方向にも違いがみられ、No.2 地点では、地表から約 130cm までの間隙比は約 10～12% となり、それ以深の間隙比 16～17% に比べて小さな値となっていた。No.18 についても、同様な傾向として間隙比が地表面に向かって小さくなっているものと考えられる。

農地造成当初の泥炭土壌は、ほぼ一樣な間隙比であったとすれば、この泥炭層上部の間隙比の小さい領域は、

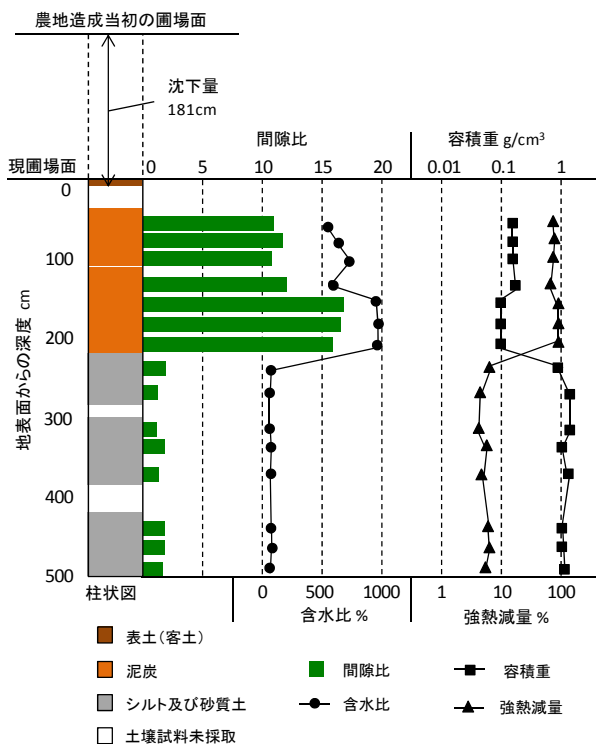


図-13 No. 2 地点の土壌の物理性の分布

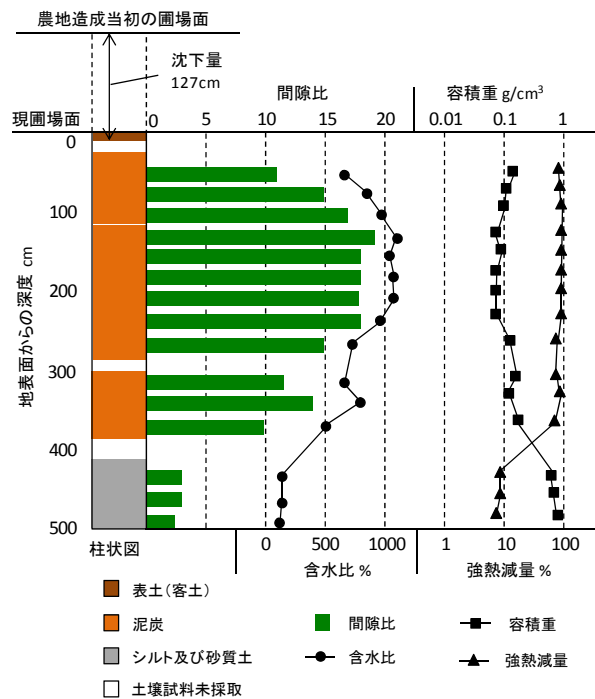


図-14 No. 18 地点の土壌の物理性の分布

それまでの地盤沈下過程の蓄積により生じた状態と考えられる。すなわち、この場合、間隙比は地盤沈下要因である圧密や乾燥収縮等の度合いを示し、それが泥炭層上部において大きく、それ以下では小さいことを示唆するものと考えられる。ただし、No.18 地点では、泥炭層下部においても間隙比が小さい状態がみられ、その成因や因子の全容を解明するためには、さらにデータの蓄積と詳細な解析が必要となる。

#### 4. おわりに

本研究の最終目標は、泥炭農地の沈下メカニズムを解明し、その後の沈下抑制対策に資することである。本研究はそのための基礎データの取得として、これまでの圃場面標高観測の継続と土壌調査を実施したものである。そして、以上に述べた新たな知見とともに、いくつかの具体的な課題も明らかとされた。その課題解決に向けた解析を進めるためには、まず地下水位データが必須であると考えられる。本調査圃場では、これまでに地下水位観測の実績がないため、今後は地下水位をも含めた本調査圃場の継続的な観測を実施していく必要がある。また、本調査圃場では、現在も地盤沈下が進行中であると考えられ、本報に示した泥炭層の物理性は、まだその変化の途中段階であると思われる。このような土壌の物理性が、時間経過に伴い、いかに変化し、どのように地盤沈下と関連しているのかを把握することは、泥炭農地の地盤沈下メカニズムを解明する上でたいへん重要と考えられる。そのため、今後はさらに本調査圃場の土壌調査点数と分

析項目を増やして解析精度を高めるとともに、他の泥炭農地土壌との比較検討も必要となる。

**謝辞：**本研究の実施において、北海道開発局稚内開発建設部農業開発課および稚内農業事務所の関係各位には多大な協力をいただいた。ここに記して感謝いたします。

#### 参考文献

- 1) 北海道開発局：石狩川特殊軟弱地域開発基盤整備事業推進調査報告書（地盤圧密沈下予測調査関係分） p.32～48(1997)
- 2) 石渡輝夫：北海道における泥炭農地整備技術の変遷と課題、土壌の物理性 No.104 pp.109～117(2006)
- 3) 梅田安治、矢挽尚貴、井上京：泥炭地の地盤変動と地下水位変動—泥炭地の地盤沈下に関する研究（I）—、農業土木学会論文集 第160号 pp.27～33(1992)
- 4) 宮地直道、神山和則、大塚紘雄、粕淵辰昭：美唄泥炭地における地盤沈下、土壌肥料科学雑誌 第66巻 第5号 pp.465～473(1995)
- 5) 北海道開発局：昭和49年度サロベツ実験農場調査報告書、pp.38～50(1975)
- 6) 石渡輝夫、小野寺康浩、岡本隆、橋本淳一、森川俊次、会沢義徳：サロベツ実験農場での造成後36年間の沈下量と土層構成、第51回農業土木学会北海道支部研究発表会講演集 pp.32～35(2002)
- 7) 小野寺康浩、山内進、会沢義徳：一次造成および二次造成後の泥炭農地の沈下実態、第46回北海道開発局技術研究発表会発表概要集 農業・港湾・漁港・空港部門 pp.53～60(2002)
- 8) 北海道開発庁：北海道未開発泥炭地調査報告 II—②サロベツ泥炭地柱状図 pp.19(1963)

