

排水路堰上げによる泥炭農地の 地下水位変動について —少雨時における動向—

(独) 土木研究所 寒地土木研究所 資源保全チーム

○岡村 裕紀
中山 博敬
大久保 天

北海道では泥炭土壌が広く分布しており、泥炭未墾地を農地化するため、排水や客土等が実施されてきた。これらの農地の中には排水に伴う圧密収縮や泥炭自体の分解消失によって経年的に地盤沈下が顕在化している圃場もあり、対策が求められている。

そこで当研究チームでは、泥炭農地に生じる地盤沈下抑制を目的として、排水路に堰を設置し地下水位を高く維持する手法についての研究を実施している。本報では少雨時の地下水位と地盤変動量との関係等について検討した。その結果、少雨時においても排水路を堰上げて貯水することにより、排水路近傍の地下水位の低下を抑制出来ることが示唆された。

キーワード：泥炭農地、地下水位、排水路

1. はじめに

北海道では泥炭土壌が広く分布しており、戦後の緊急開拓で泥炭未墾地を農地化するため、大規模な排水や客土等が実施されてきた。

これらの農地では、排水に伴う圧密・乾燥収縮や泥炭自体の分解消失によって経年的な地盤沈下が生じている。そこで、地盤沈下を抑制することを目的として、排水路に堰を設置し、地下水位を高く維持する手法について研究を試験圃場にて継続実施している。

本報では平年より降水量が少なかった 2008 年に観測された地下水位の動きなどについて報告する。

2. 試験概要

試験圃場は北海道天塩郡豊富町の牧草地である。この圃場は、1991 年に 1 次造成が行われており、表層 15cm の客土の下には、ヨシや木を主要構成植物とする低位泥炭土が約 2m 堆積している。図-1 に試験圃場の概要を示す。圃場は、道路と 3 本の排水路に囲まれている。このうち、西側排水路には、道路から南方向へ約 170m の位置に軽量鋼矢板堰を設置し、堰より上流側（北側）の排

水路水位を高く維持している。東側と西側排水路の深さは、ともに圃場面から約 2.0m である。圃場内には、排水路の堰上げに伴う地下水位への影響を検証するために水位計を設置した。地下水位観測は、堰から約 50m 上流側に位置する測線（以下、A 測線と表記）と下流側約 50m に位置する測線（以下、B 測線と表記）を設定し、各測線の 13 地点で実施した。この 13 地点は、両排水路から圃場中央部に向かって 2, 10, 20, 30, 50, 70m 及び圃場中央の 100m 地点である。また、排水路水位の観測は西側排水路の堰上げ区間の 1 地点と非堰上げ区間の 1 地点と、東側排水路の 1 地点で行った。

水位計は、絶対圧水位計（S&DL mini、5m レンジ）を用い、15 分間隔で自動計測した。降水量は豊富町のアメダスデータを用いた。

また、圃場面の地盤変動を計測するために沈下板を設置した。沈下板は、2006～2007 年は西側排水路から約 30m 地点（以下 a 地点と表記）と東側排水路から約 30m 地点（以下 b 地点と表記）に設置し、2007～2008 年は堰上げに伴い排水路水位が高く維持されている西側排水路から約 10m 地点（以下 A 地点と表記）と排水路水位が低い東側排水路から約 10m 地点（以下 B 地点と表記）に設置し、1～2 ヶ月間隔で水準測量を実施した。

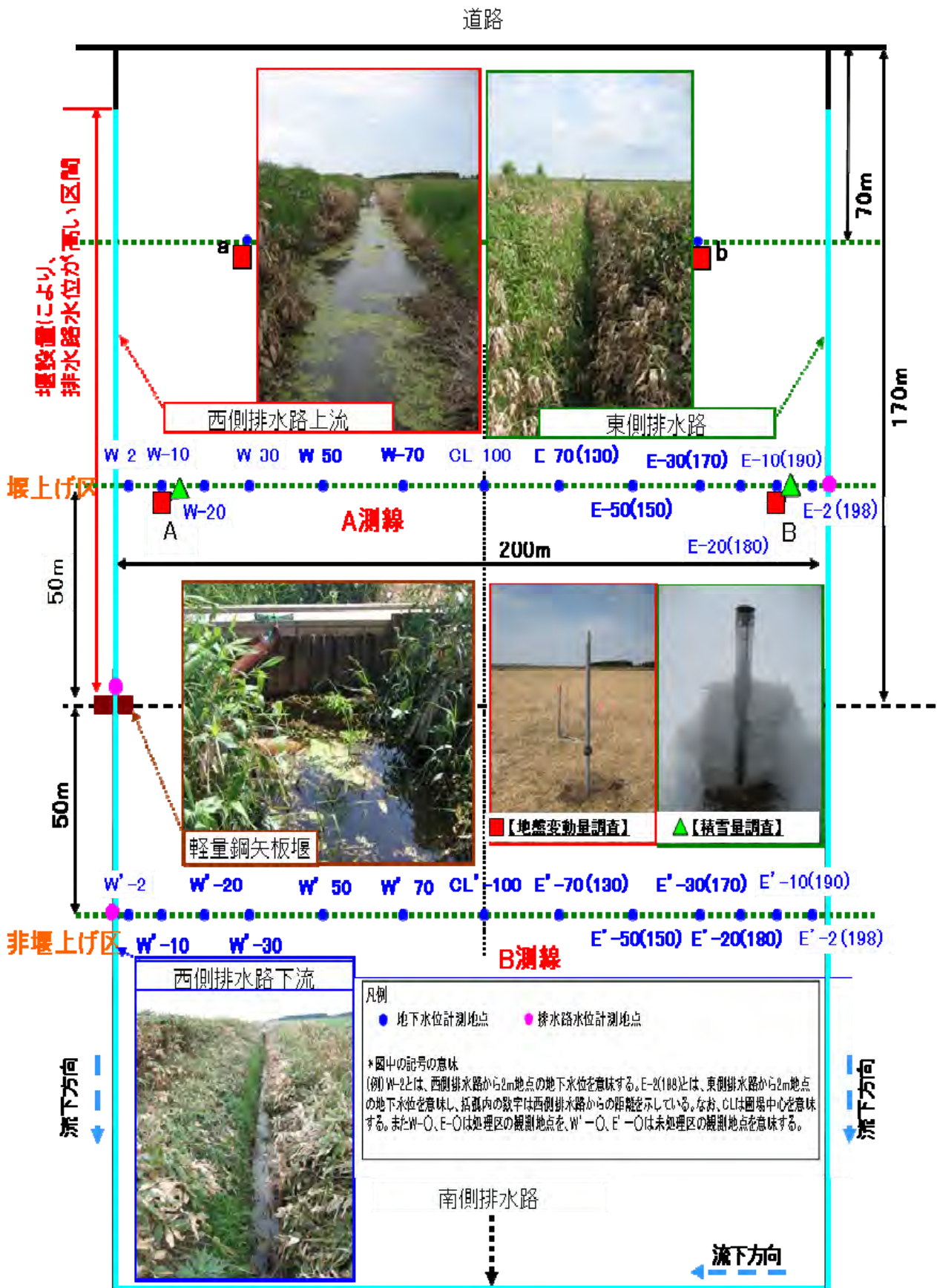


図-1 試験概要図

3. 結果及び考察

(1) 降水量及び排水路水位、地下水位

豊富町の降水量を図-2に示す。2008年は降水量が少なく、同じく降水量の少なかった2007年に比べ8割強の降水量、平年値に比べて6割弱の降水量であった。

東側及び西側上下流の排水路水位の経時変化を図-3に示す。排水路水位は標高で示した。なお、西側下流の排水路水位は水位計の不具合から6月、8月のデータのみを使用した。西側排水路に設置した堰の天端高は標高5.0mである。2008年の降水量は少なかったが、堰上げした西側上流の排水路水位は観測期間を通して高く維持され、非堰上げの西側下流より平均1.3m、東側排水路より平均0.8m高く推移した。

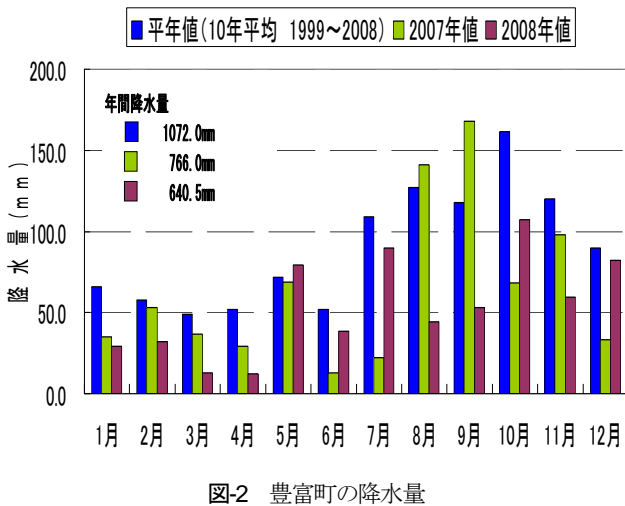


図-2 豊富町の降水量

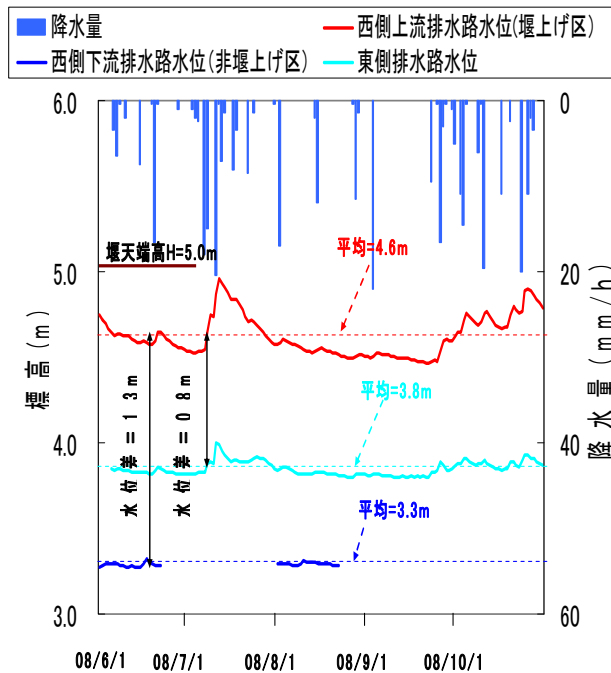


図-3 排水路水位の経時変化

絶対圧水位計で計測された地下水位を標高に換算した水位を標高水位、地表面から地下水位までの深度を地下水位と呼ぶ。図-4に、A測線及びB測線の各観測点における標高水位面、地盤高と排水路水位を示す。標高水位及び排水路水位は月平均値を用い、地盤高は年平均値を用いた。なお、A測線のCL-100地点の9月、10月の地下水位データは水位計の不具合のため欠測とした。地盤高は地下水位観測孔近傍で測量した値を用いた。地表面は局所的に凹凸がみられるが、A測線、B測線ともにほぼ平坦である。

標高水位は、A、B両測線のいずれの地点においても、9月が最も低かった。これは図-2に示したとおり、8~9月にかけての降水量が少なかったためと考えられる。

排水路と標高水位の関係をみると、A測線の東側では排水路の堰上げを行っていないため、排水路に向かい標高水位が低下した。西側は堰上げによって排水路水位が高く維持されていたため、標高水位の低下が抑制され、水位が最も低下した9月においても排水路水位と同程度の標高水位を保っていた。一方B測線は、東側、西側ともに排水路の堰上げを行っていないため、両側の排水路に向かい標高水位が低下していた。

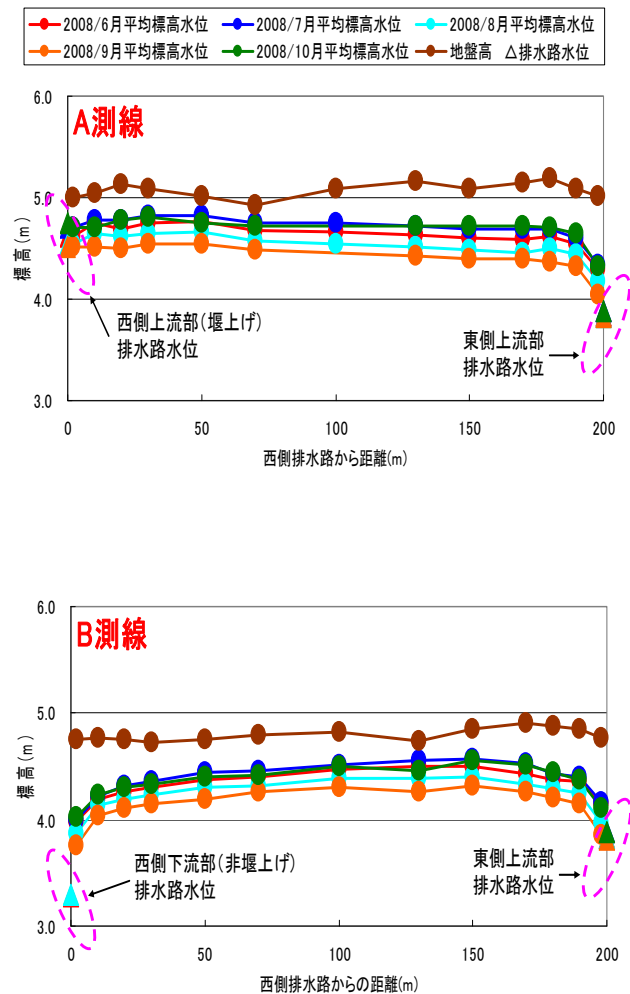


図-4 標高水位面、地表面の断面形状と排水路水位

ここでA測線で堰上げを行っていないならば、B測線と同様の標高水位面の形状になっていたはずであると仮定すると、堰上げを行うことにより、西側排水路から圃場中央部付近までその影響が及んでいることが示唆される。

そこで、堰上げを行った排水路が、圃場内の地下水位にどのくらいの範囲まで影響を及ぼすのかを検討するため、西側排水路からの距離と、A測線の標高水位からB測線の標高水位を引いた値（以下、標高水位差と表記）の関係を図-5に示す。なお、A測線及びB測線の平均地盤高はそれぞれ5.08m、4.80mであり、A測線とB測線の間には平均28cmの高低差が生じていた。すなわち標高水位差が28cmの場合は、地下水位がA測線とB測線で同じであることを意味する。また、標高水位差が28cmより大きい場合は、A測線と比べてB測線の地下水位が低いことを意味し、標高水位差が28cmより小さい場合はその逆を意味する。図-5に示したとおり、西側排水路から50m地点あたりまでは降雨が少なかった8~9月においても標高水位差が28cm以上を示しており、A測線の地下水位がB測線に比べて高くなっている。すなわち、降雨の少ない時期であっても排水路内へ貯水することにより、少なくとも50m程度の範囲までは地下水位の低下を抑制できることが示唆される。

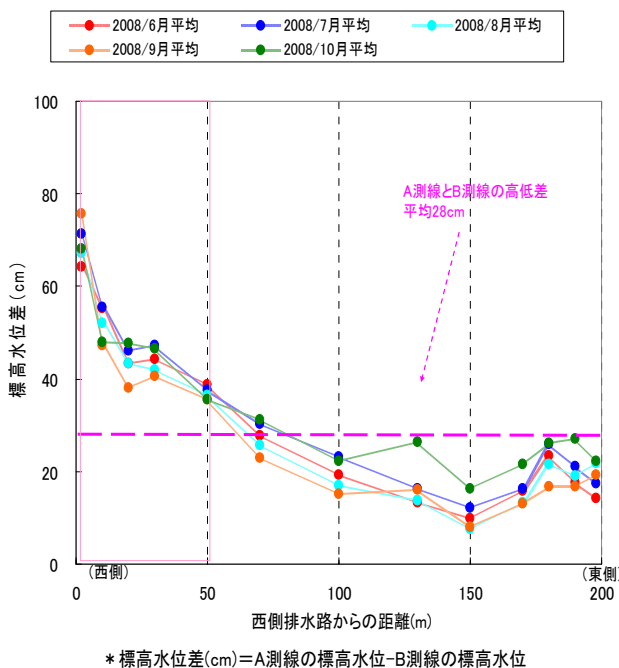


図-5 西側排水路からの距離に伴う標高水位差の変化

(2) 地下水位と地盤変動量の経時変化

a) 排水路から30m地点

一般に泥炭地は、降雨の有無による地下水位の上昇～下降に伴い、それと連動して地盤も上昇～沈下する。

2007年までは東側排水路及び西側排水路から約30m圃場内に向かった地点a,bの地下水位と地盤変動量を調査してきた。両地点での地下水位に大きな違いがなかったが2006年と2007年で比較すると、夏季の降水量に大きな違いがあり、地下水位の変動も大きく異なる結果を得られた。そこで、両年の夏季における地下水位の変化と地盤変動量との比較から、地下水位と沈下との関係についての考察を試みた。

図-6の上図にb地点の地下水位の推移を示し、下図に、各年の融雪後最初に沈下板測量を行った標高を基準とした地盤変動量の推移を示した。なお、a地点については、b地点と同様の傾向を示したため、データを示していない。2006年5月下旬から8月上旬の地下水位は上昇～下降を繰り返しながら推移し、低いときでも60cm程度までの低下であった。それ以降は降雨の増加にともない水位が上昇し、低いときで40cm程度、高いときは地表面近くまで上昇した。このときの地盤変動量は、8月22日で-0.3cmであり若干沈下したが、その後は地盤が上昇し11月18日時点では+0.6cmを示した。

一方、2007年夏季は降雨が少なく、特に6,7月の降水量は合計35mmと非常に少なかった。そのため、地下水位は5月下旬以降、低下の一途をたどり、7月下旬には約80cmまで低下した。その後、8月上旬のまとまった降雨により約40cmまで一時的に上昇したが、その後は再び降雨が少なくなり、約70cmまで低下した。9月上旬以降は断続的な降雨により地下水位は約40cmより高い位置で推移した。このときの地盤変動量は、7月26日時点で-3.8cmと大きな沈下が生じた。それ以降は地盤上昇の傾向を示したが、10月25日時点でも地盤変動量は-1.1cmを示し、春先の地盤高まで回復しなかった。両年の比較より、2007年夏季のように大きく地下水位が低下すると、その後、地下水位が高くなったとしても地盤高はもとの高さまで回復しない場合があることがわかった。すなわち、降雨が少ない時期も地下水位が低下しないように維持しなければ、沈下を抑制できないことが示唆された。

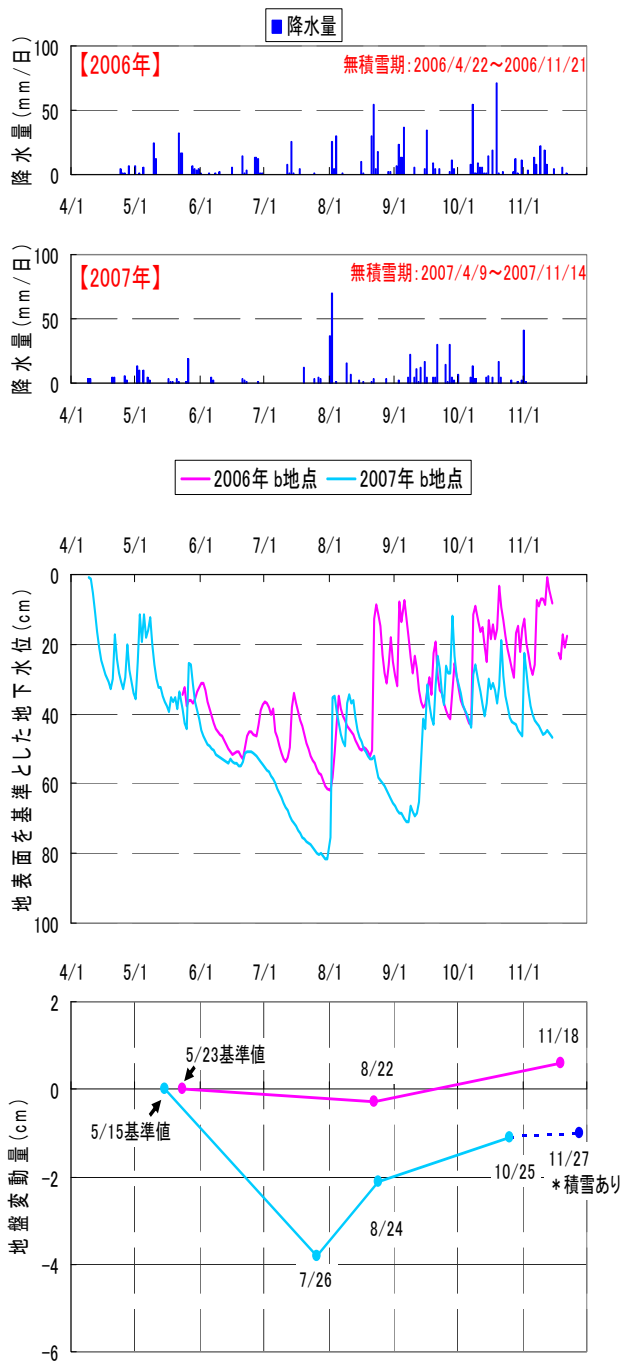


図-6 夏季の地下水位と地盤変動量の関係 (2006年と2007年の比較)

b) 排水路から 10m 地点

2007 年 4 月に、地下水位に大きな違いが生じている両排水路から約 10m 圃場内に向かった地点 A, B に沈下板を新設し、調査を開始した。ここでは、新設した 10m 地点での地下水位と地盤変動量の関係について記述する。なお、各月の地盤変動量は、2007 年 8 月 24 を基準値として求めた。これは、沈下板設置時における地盤への沈下板荷重の影響が無くなったと判断した為である。また、6/25 の A 地点の値については前後の測量結果から測量ミスと判断している。

図-7 に地下水位と地盤変動量の経時変化を示す。観測

期間を通した A 地点及び B 地点の平均地下水位はそれぞれ 26.4cm 及び 46.8cm であり、20cm 以上の大きな水位差が生じていた。地盤変動量の経時変化は、A, B 両地点とも春と秋に上昇し、夏と冬に下降している。これは、地下水位の上昇・下降及び冬季の積雪荷重が影響していると考えられる。すなわち、春は融雪、秋は降水量の増加により地下水位が上昇し、逆に夏は降水量が少なくなるために地下水位が低下する。また冬は地下水位が低下するとともに、積雪による重みが地盤に加わっている。A 地点と B 地点の地盤変動量を比較すると、観測開始から初冬まで地下水位の高い A 地点が B 地点に比べて地盤の上昇がやや大きい。夏季には地下水位の低い B 地点の地盤が A 地点よりも下降しており、2008 年 12 月 4 日の観測では、A 地点と B 地点の地盤変動量に約 1cm の差が生じている。2006~2007 年の夏季の地下水位と地盤変動量の関係からも A 地点は地下水位をある程度の高さを維持することにより沈下が抑制され、B 地点は高い地下水位を維持できなかったことから沈下が抑制されなかったと考えられる。今後、A, B 両地点の地盤変動量がどのように推移するのか観測を継続し注視していきたい。

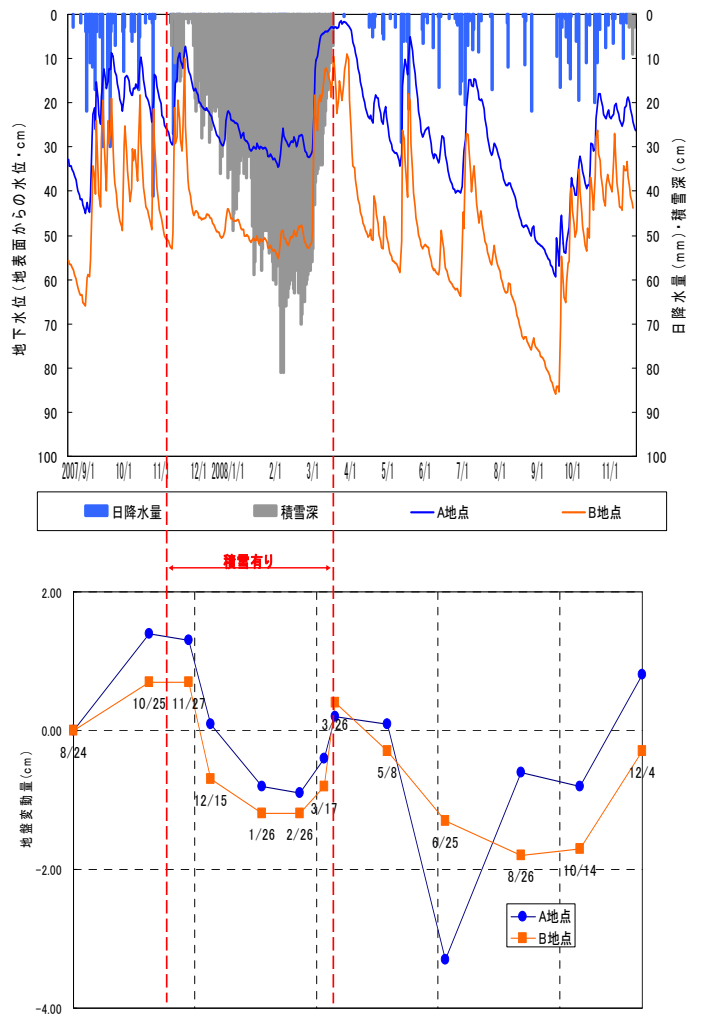


図-7 地下水位と地盤変動量の経時変化

4. まとめ

2008年の降水量は、2007年に比べ8割強の降水量、平年値に比べて6割弱の降水量であった。このように2008年は降水量が少なかったが、堰上げを行った排水路水位の平均水位は堰上げを行っていない排水路の水位と比較して、0.8～1.3m高く維持された。それによって排水路近傍の圃場内標高水位の低下が抑制され、水位が最も低下した9月においても、排水路水位と同程度の標高水位を保っていた。また、堰上げ区と非堰上げ区の地下水位を比較検討した結果、降雨の少ない時期であっても排水路内へ貯水することにより、少なくとも排水路から50m程度の範囲までは地下水位の低下を抑制出来ることが示唆された。

地盤変動量に対する地下水位の影響については、両排水路から約30m圃場内に向かった地点において2007年夏季のように大きく地下水位が低下すると、その後、地下水位が高くなったとしても地盤高はもとの高さまで回復しない場合があることがわかった。すなわち、降雨が

少ない時期も地下水位が低下しないように維持しなければ、沈下を抑制できないことが示唆された。

2007年4月に沈下板を新設した両排水路から約10m圃場内に向かった地点での調査結果から堰上げ排水路側のA地点と非堰上げ排水路側のB地点の平均地下水位はそれぞれ26.4cm及び46.8cmであり、20cm以上の水位差が生じていた。地盤変動量は調査開始後約15ヵ月を経過した2008年12月4日の観測では、A地点がB地点より約1cm沈下が抑制されていた。

5. 今後の課題

今後は、降水量の多い年におけるデータを集積解析し、排水路堰上げと圃場内地下水位の関係について考察を深めていきたい。

また、同圃場では地下水位制御による泥炭農地での有機物分解速度の検証、牧草生産性への影響調査等も実施しており、これらも含めて泥炭農地に適した整備手法を考案していきたい。