

大区画水田圃場における地下水位制御システムの高度利用に関する研究

— 大区画泥炭圃場の沈下抑制調査1年目の結果報告 —

国立研究開発法人 土木研究所 寒地土木研究所 資源保全チーム ○新津 由紀
中山 博敬
清水真理子

泥炭農地では、切盛、客土、排水改良などの大区画化により、整備後、長期にわたり地下水位や圧密荷重の変化で沈下が生じる。このため、平成28年から整備後の圃場で計測を行い、沈下状況の把握とその要因の解明を進めてきた。また、地下水位を高く保つことにより、沈下を抑制する手法についても調査を行っている。本報では、これまでの調査の結果を報告する。

キーワード：泥炭、沈下、大区画化

1. はじめに

北海道に広く分布する泥炭地では、泥炭の圧密、乾燥収縮などの特性から、沈下が生じることが知られている。泥炭農地においても圃場内や周辺の不等沈下などによる影響が、将来的に課題となりうる。近年、国営事業等により農地の大区画化を含む再編整備が進められ、営農の効率化、大規模経営化を促進している。工事では、基盤整備のため、畦畔や道路の移設、造成、また、周辺用排水設備の更新や新設などが行われる。圃場内でも 基盤層の切盛のほか、客土を行う場合もある。また、暗渠排水を含む排水整備により地下水位が低下する(図-1)。このような整備は、農地内の土壌に与える荷重や水分などの状態を変化させる。深部にある泥炭土層に、新たな荷重が加わる場合もある。このように改良され、営農の効率化が図られた農地においては、沈下の進行はさほど早くはないものの、蓄積すると課題となる変化が生じている。沈下の現象は、急激に生じるものではなく、地下水位の変化や圧密作用の伴うものは、長期的に継続することが知られている。そこで、大区画整備後の泥炭農地において、沈下実態調査と抑制対策について研究を開始した。

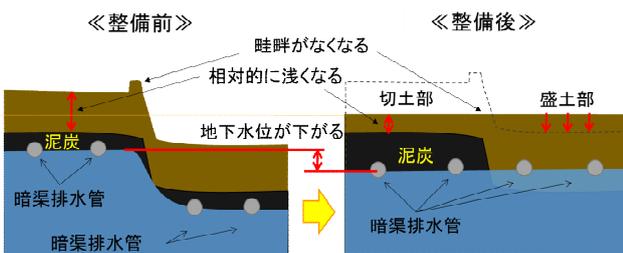


図-1 大区画化の土壌に与える影響のイメージ

Yuki Niitsu, Hiroyuki Nakayama, Mariko Shimizu

2. 調査目的

当チームでは、沈下の実態把握と沈下を抑制する対策について調査を行っている。本報では、沈下計測調査1年目の結果について報告する。

(1) 沈下実態把握

大区画に整備された泥炭圃場において、調査地点の過去からの土地利用や再編整備の状況、土壌・水利条件などと、沈下との関連性を検討し、地盤変動の原因を把握する。現地で計測した地表面や沈下板の標高計測結果を基に、沈下量と沈下している層の把握を行う。合わせて計測している地下水位の状況や土壌分析結果を基に、沈下要因を把握する。

(2) 沈下抑制対策

調査圃場は、地表面から約50cm以深に泥炭層が存在する。この泥炭は、乾燥収縮、分解、圧密などを繰り返すことにより沈下の要因となりうる。そのため、可能な限り地下水位を高く維持することにより、沈下を抑制する効果の検証を行う。

3. 調査方法

(1) 調査圃場の概要

調査圃場は、北海道美唄市の西部に位置し、平成27年に国営緊急農地再編整備事業にて区画整理工事を実施している。調査は、平成28年度から開始しており、移植栽培による水田2圃場、転作畑2圃場を選定した。調査を開

始した平成28年および翌年の平成29年は、水田では移植栽培、転作畑ではダイズの栽培を行った。圃場面積は、1圃場あたり約1.2ha(約170m×約70m)である。全ての圃場で地下水位制御システムを備えている。また、試験圃場は、試験による水管理の影響を与えないように対照圃場との間を1圃場離し設定した。地下水位管理以外の営農作業や肥培管理は、営農者の協力を得て、可能な限り同様とした。

農地は基盤層の切盛が行われているが、切盛厚の大きいところでは20cm程度となる。また、圃場面から40～60cmより深い部分では泥炭が現れる土層となっている。泥炭は低位泥炭で、一部粘性土が混じっている。

(2) 沈下量計測方法

現地調査は図-2の調査計測位置で行った。調査地点の名称は、地表面測量計測ラインのL1、L2、L3とし、続けて水路側の畦畔からの距離である30、90、150を示した。

a) 地表面の標高変化

図-2のL1、L2、L3で地表面の標高変化を測量した。測量地点は、長辺方向に10m間隔を基本として、排水路側約50m区間は密に5m間隔で計測した。測量は、収穫後の平成28年11月に計測を開始し、融雪後の平成29年4月と収穫後の平成29年11月にも同様に行った。

b) 土層毎の変化

土層毎の変化は農地内に埋設した沈下板によって確認した。沈下板は300mm×300mm×8mmの塩ビ製で土壌断面に水平に差し込む形で設置した。標高は、ゾンデと呼ばれる先端が尖った棒を垂直に差し計測する。図-2で示した沈下板埋設地点において、深さ50～60cm程度、深さ80cm程度の2深度に各2枚ずつ沈下板を埋設した。また、沈下板埋設箇所の近傍に自記水位計を設置し、30分間隔で地下水位を計測した。沈下板と自記水位計の埋設位置は、座標として把握し、計測時には座標の復元と標高測量を行う。沈下板と自記水位計は、平成28年11月にL2-30、90、150の3地点、平成29年4月にL1-30、90、150と

L3-30、90、150の6地点の設置を行った。

(3) 沈下抑制対策の方法

圃場の地下水位を作物に影響の無い範囲で高く維持することより、泥炭の分解、乾燥収縮、圧密を抑える対策を検証する。冬期間の地下水設定イメージを図-3に示す。平成28年11月から、試験圃場は水閘の越流水深を地表面から-40cmの位置になるよう設定した。対照圃場は通常の水管理として、水閘を開放し常時排水とした。

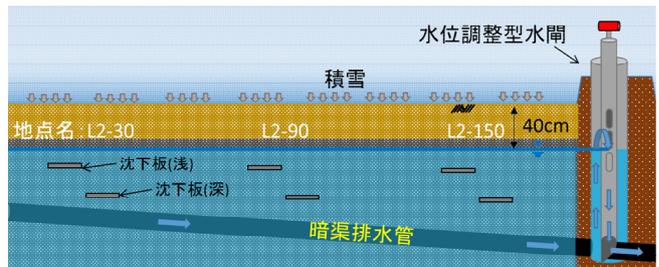


図-3 冬期間の地下水位設定イメージ(地点表記はL2の場合)

4. 結果と考察

(1) 地表面の標高変化

図-4に地表面の標高測量結果を示す。

a) 冬期間の変化

営農作業の無い時期に行わなければならない、作業の制約が大きいことと、作付け作物の残渣等の影響を受けやすいことから、地表面標高測量は、バラツキの大きい結果となった。特に、水稻はワラの搬出が未了であったり、株が残っていたりなど、圃場面の状態が地点によって大きく異なることから、バラツキが大きくなっている。また、転作畑でもダイズの畝の影響を受け、地点によって差が大きい結果となった。いずれも地点毎の変動が大きく、はっきりとした沈下の傾向はみられなかった。平成

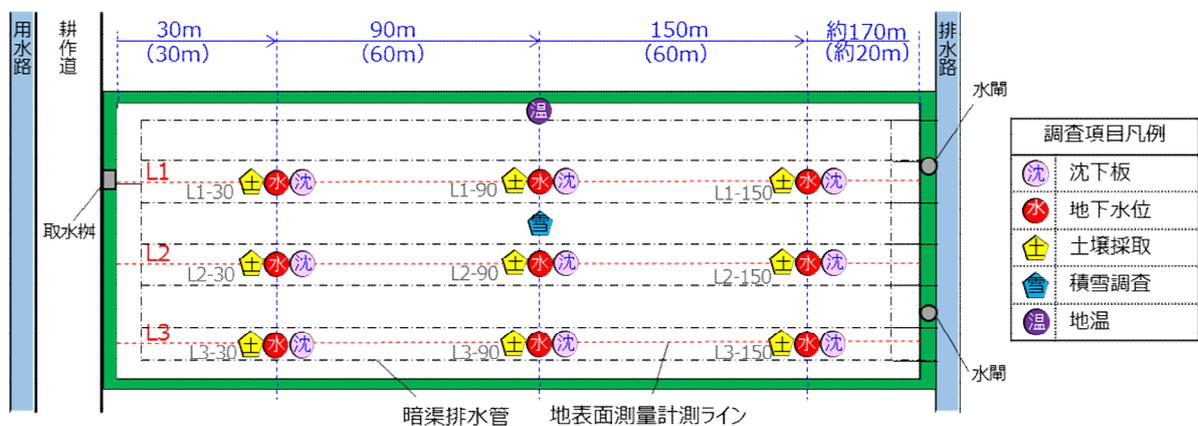
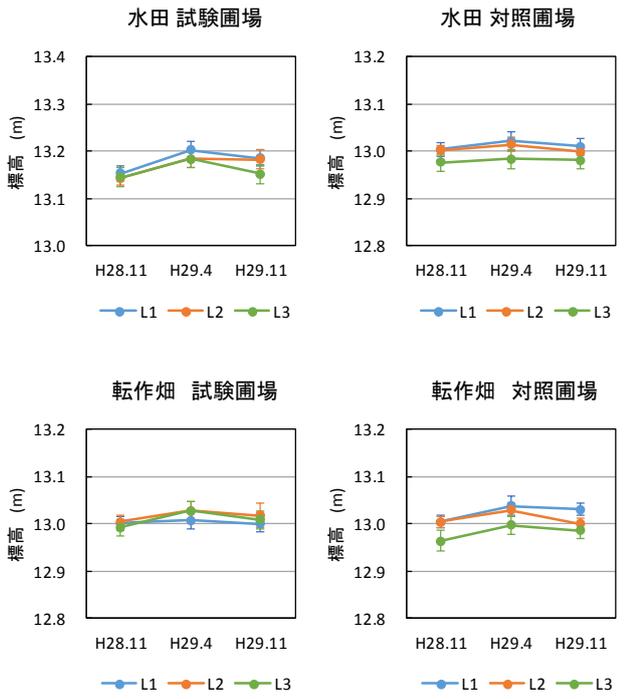


図-2 調査計測位置図

29年11月の測量時には、次年度融雪後の計測時に前回計測した場所が特定出来るよう杭の設置を行った。このことにより、冬期間の変動については、次回計測時に同位置での計測が可能となる。

b) 営農期間の変化

営農期間の変化は、冬期間と同様に作物の残渣や畝の影響による測量時のバラツキが大きかったため、一定の傾向はみられなかった。次年度以降も圃場の状態によるバラツキが想定されることから、データの解析にあたっては注意が必要である。



※エラーバーは標準偏差を示す

図-4 地表面標高結果

(2) 土層毎の標高変化および地下水位

a) 冬期間の調査結果

図-5に地下水位の計測結果を示す。沈下抑制対策として、試験圃場では、地下水位を-40cmになるよう設定したが、平成28年12月後半から平成29年2月にかけて水位の低下がみられ、-40cmに維持することは出来なかった。通常、冬期間は水閘を開放し常時排水している。今回、調査を行った水田と転作畑の対照圃場でも水閘を開放し、常時排水とした。対照圃場では、圃場内の30m地点、90m地点、150m地点の3地点で水位差が生じており、その差はほぼ一定の値で推移した。それに比べ、水位調整型水閘にて水位を一定に設定した試験圃場では、圃場内での3地点間の水位差は小さかった。

図-6に圃場内の暗渠管頂の標高と渠間の地下水位の関係を示した。地下水位は融雪などの影響が少ない平成29年2月1日～2月15日の平均値とした。渠間の地下水位は、10m間隔で設置されている暗渠と暗渠の中間地点に設置

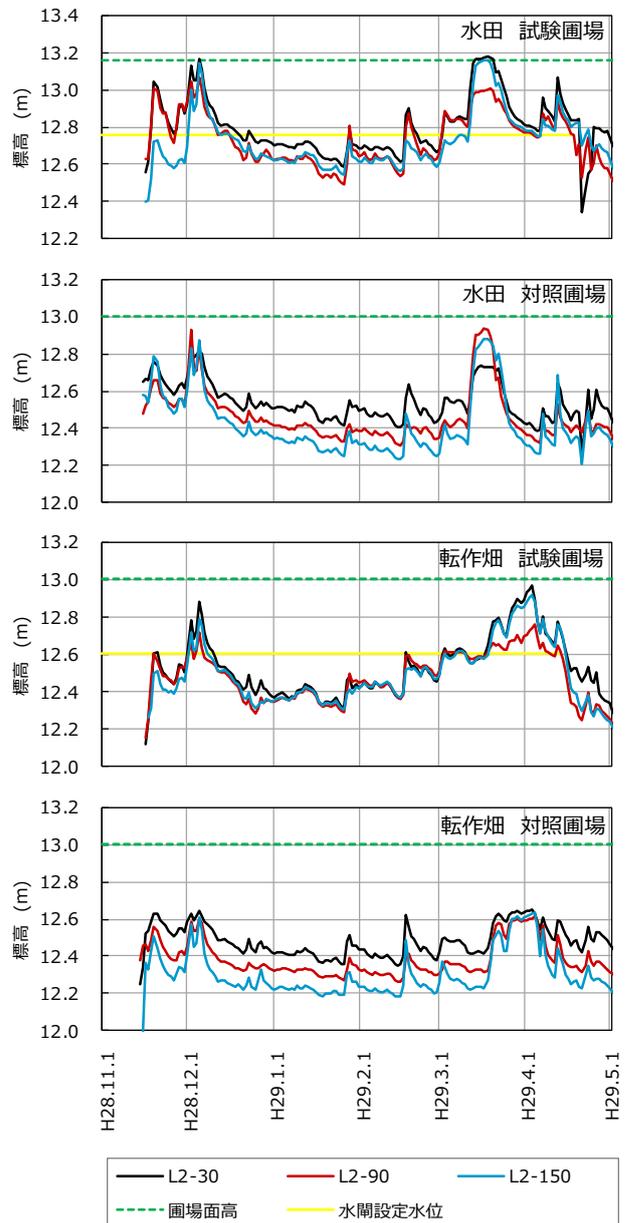
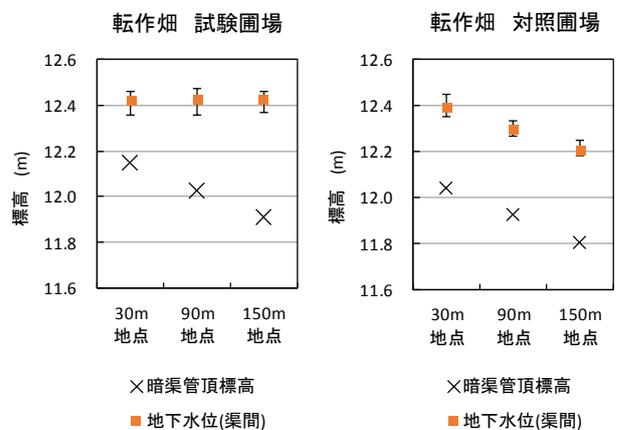


図-5 冬期間の地下水位計測結果(L2のみ)



※エラーバーは対象期間の地下水位の最大最小を示す

図-6 暗渠管頂標高と渠間地下水位の関係

地下水位は平成29年2月1日から2月15日の平均値

した自記水位計の値である。対照圃場の地点間の水位差は、地点間距離60mに対し、10cm程度となっていた。これは、暗渠の勾配(1/500)と同様の傾向であった。試験圃場は暗渠の高さに関係なく、地下水位が一定となっていた。このことから、圃場内の地下水位は設定水位までは達していない場合においても、面的な水位差が小さい状態で維持されているものと判断出来る。

冬期間の沈下板の標高変化を図-7に示す。これは、L2の各地点毎の深度別平均値を表している。

水田では、試験圃場で1cm程度の沈下であったのに対し、対照圃場では2~3cmの沈下となった。水田の深度別の平均沈下量を比較すると、対照圃場は有意な差がみられたが、試験圃場では認められなかった。

転作畑では、試験圃場および対照圃場の沈下量は、大きくても1cm程度であった。転作畑の深度別の平均沈下量を比較すると、試験圃場と対照圃場のどちらも有意な差は認められなかった。前述のように、地下水位の動きは、試験圃場と対照圃場で異なっていた。しかし、転作畑の対照圃場において、沈下量が小さく抑えられた要因は、計測結果からは判明しなかった。

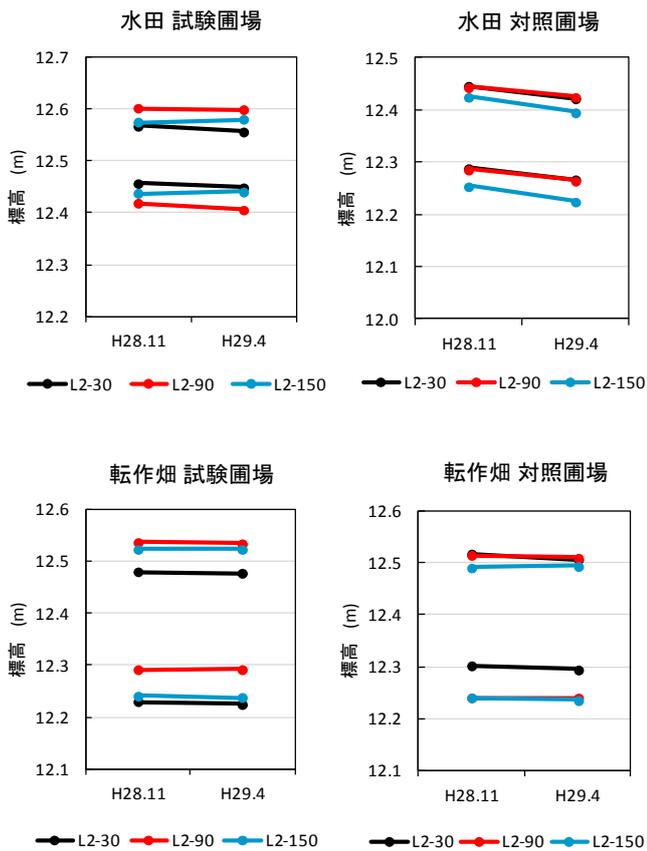


図-7 冬期間の沈下板標高計測結果(L2のみ)
L2の平均値(n=2)

b) 営農期間の調査結果

図-8に地下水位の計測結果を示す。水田の地下水位は、Yuki Niitsu, Hiroyuki Nakayama, Mariko Shimizu

5月上旬から7月末までの期間は湛水しているため、地表面よりも高い値となった。その後は、水田の試験圃場において、8月上旬から約1ヶ月間、地下水位を高く設定している。

一方、転作畑の地下水位は、降雨時以外、地表面から-50~-80cm程度まで低くなっている。ただし、転作

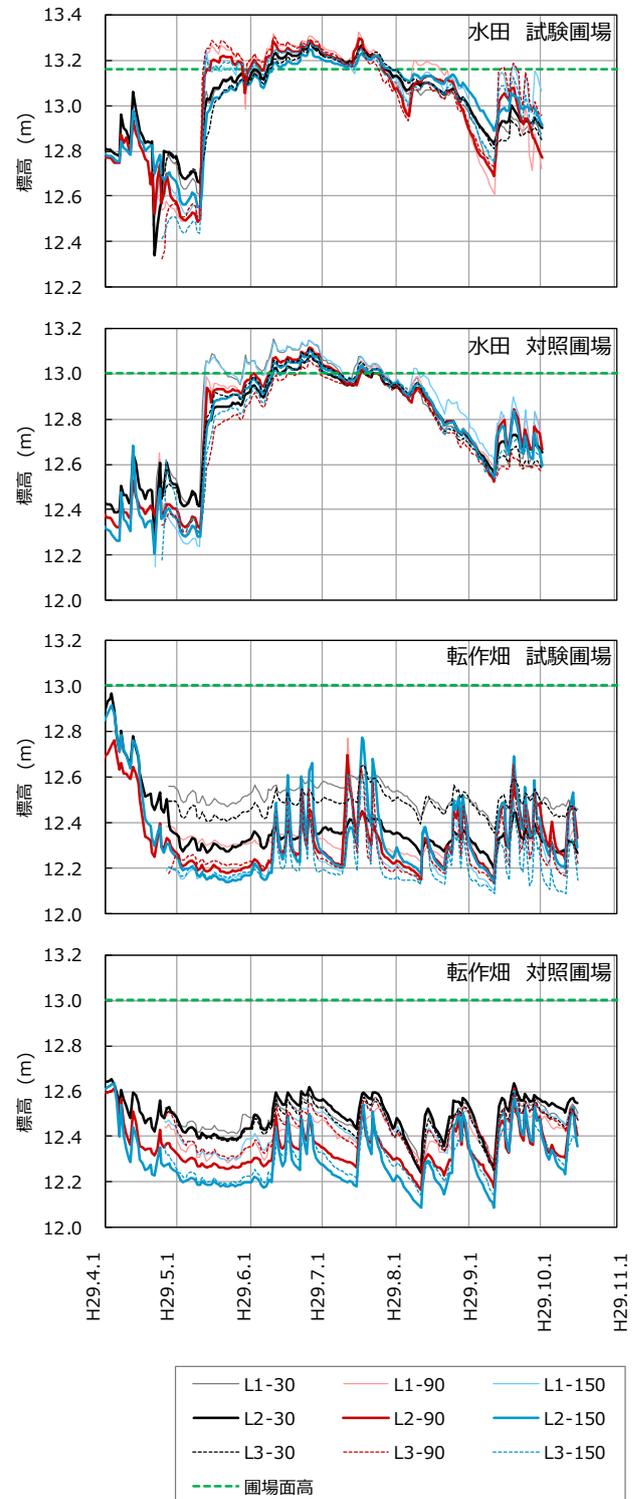


図-8 営農期間の地下水位計測結果

畑の試験圃場では、7月中旬に3日程度、給水によって地下水水位を上昇させている。水田および転作畑の地下水水位は、それぞれの試験圃場と対照圃場において同様の傾向で推移しているが、水田と転作畑の水位差は大きかった。

営農期間における各圃場の3地点（L1,L2,L3）の沈下板の標高平均値とその変動を図-9に示す。これは、圃場内の30、90、150地点における深度別平均値を表している。

水田では、試験圃場と対照圃場で共に1～2cm程度の沈下がみられた。

転作畑では、試験圃場と対照圃場で共に2～5cmの沈下がみられた。図-8に示した転作畑の地下水水位は、全体的に30m地点で高めに推移しているが、90m、150m地点

と比較すると30m地点で沈下量が小さくなっている。このことは、営農期間中も地下水水位を可能な限り高く維持することが、沈下の抑制に効果があることを示唆している。

圃場内全体の深度別の平均沈下量を比較すると、全ての圃場で有意な差がみられたが、水田と転作畑によって沈下量に違いが生じているのは、営農による地下水水位の違いによる影響と考えられる。

5. おわりに

今回は、1年目の計測結果を報告した。大きな荷重を与えるような試験ではないため、急激な沈下現象は確認されないが、僅かずつ沈下が進行すると、将来的には問題となりうる。

今回の調査は、日常的に営農している圃場での変化を捉えるもので、営農の範疇で実際に行える沈下抑制対策とは何かということを目的に行っている。そのため、営農者の経験や判断により、給排水や春先の均平作業などが行われる場合もある。営農作業の一環として、営農作業工程と調査結果を一体としてとりまとめ、データ蓄積を図っていきたい。

調査は、まだ1年目を経過した時点であり、今後も引き続き計測を行う。計測結果と今後進められる土壌試料の分析結果を解析し、より効果的な沈下抑制手法を確立するために、調査を継続する。

謝辞：本研究の実施にあたり、現地調査や資料提供にご協力いただいた関係農家、北海道開発局札幌開発建設部 岩見沢農業事務所の関係各位に謝意を表します。

参考文献

- 1) 新津由紀・中山博敬・清水真理子：大区画泥炭圃場の沈下抑制対策に関する研究—沈下実態の計測方法について—, 国土交通省北海道開発局 第60回 北海道開発技術研究発表会. (2017)

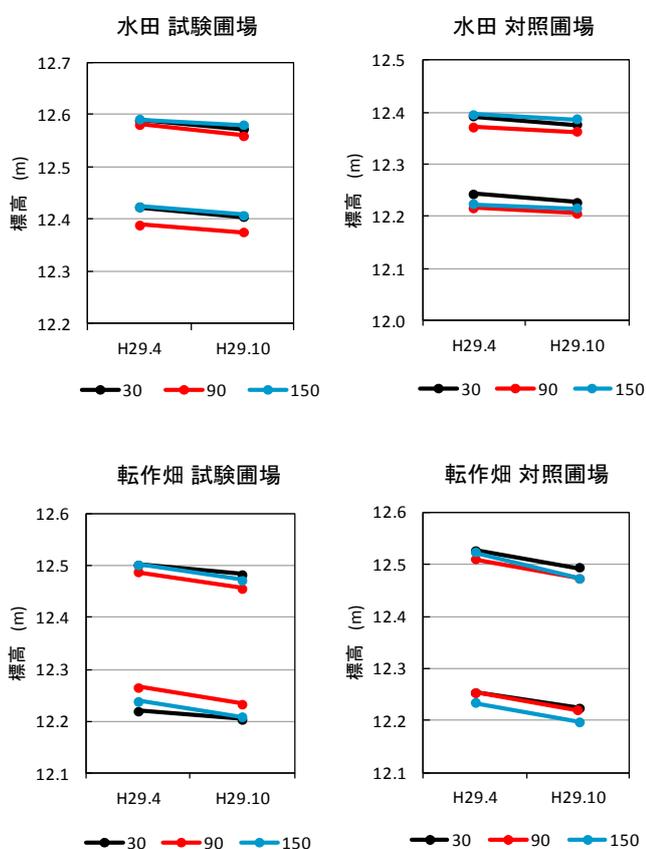


図-9 営農期間の沈下板標高計測結果
L1,L2,L3の平均値(n=6)