

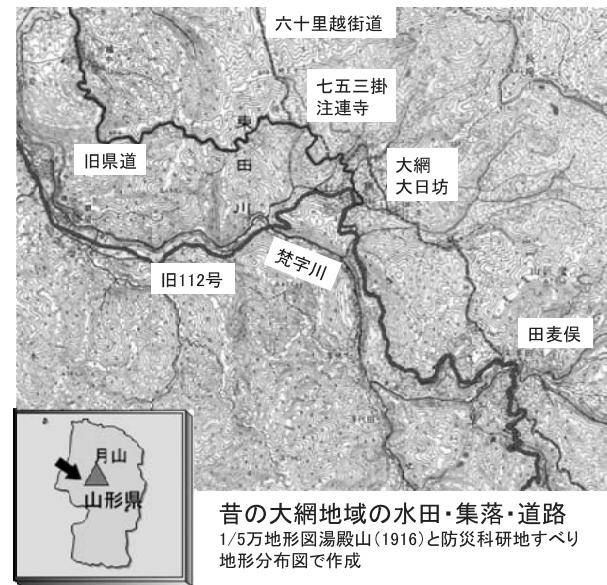
七五三掛地すべりの発災から概成まで

一応急対策と大規模ブロック対策一

2019年10月25日

山形大学農学部

奥山武彦



旧県道昭和10年の地すべり被害



[朝日文庫: 住民はおののく大網の地にり]

しみかけ
山形県鶴岡市 七五三掛地すべり
平成3年 農村振興局指定、平成22年追加指定

2009年(平21)2月末 B1ブロック集落内に亀裂が見つかる
4月 住民6世帯自主避難

5月 地すべり対策技術検討会(山形県農林水産部)

6月 国直轄事業化 ディープウェル、集水井等着工

7月 B1ブロック活動沈静化を発表

東北農政局七五三掛地すべり対策室鶴岡市駐在地すべり対策技術検討委員会(東北農政局)

2010年4月 東北農政局庄内あさひ農地保全事業所開設

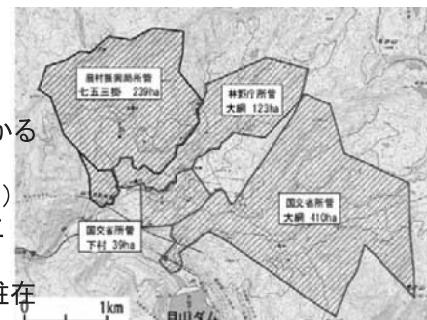
12月 庄内あさひ地区地すべり対策技術検討会(庄内あさひ農地保全事業所)発足

2012年12月 Dブロック排水トンネル着工

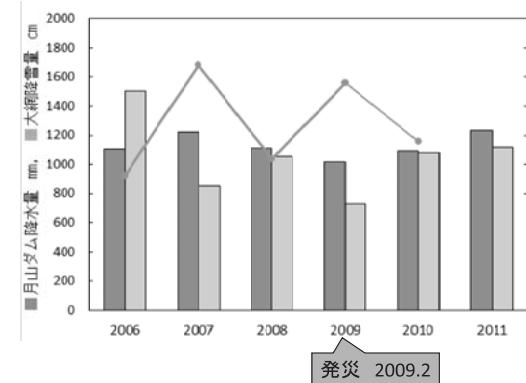
2017年3月 Dブロック排水トンネル完成

2018年11月 国営地すべり対策事業庄内あさひ地区完工式

2019年 七五三掛地区地すべり連絡会(農政局、県、市)準備中



気象と先行状況



大網地域の冬期の降水量、降雪量、気温
(前年12~3月) 鶴岡市、月山ダム観測



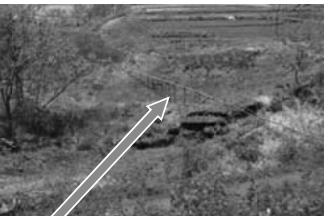
SAR干渉画像 (2006/9/12-2008/9/17)
約6~7cm西向き/沈降

[鈴木ら 国地院時報2010]

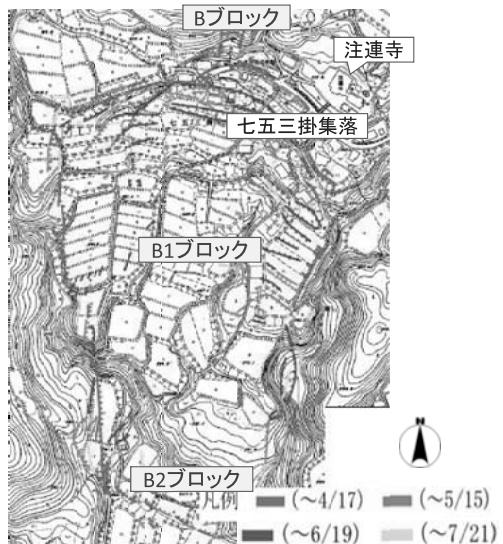
変状の発生と観測の着手



集落上部の斜面に変状(2009.4)

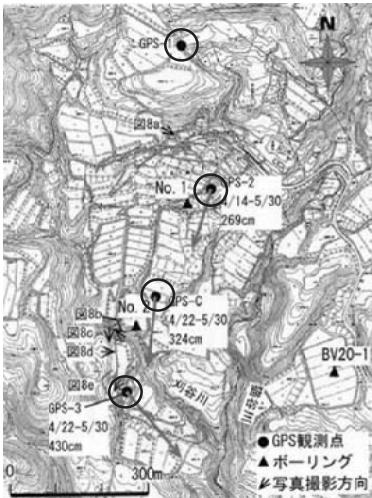


頭部の長スパン伸縮計

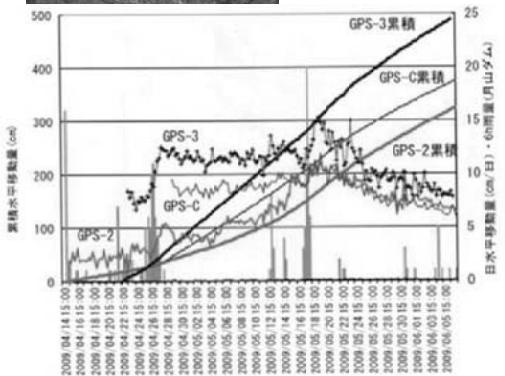


B1ブロック亀裂発生状況(山形県資料に加筆)

(独) 農研機構農工研(現農研機構農工部門)によるGPS観測開始



[中里ら 地学雑誌2009]



地すべり学会東北支部現地調査

2019.4.19



日本地すべり学会誌
Vol.46 No.1

ニュース JAPAN News

山形県七五三掛すべり地帯で発生した地すべり災害
The landslide disaster in Shikoku-cho, Yamagata Prefecture, Japan

七五三掛地すべり調査団 The Investigation Team of Shikoku-landslide / 日本地すべり学会東北支部 - The Japan Landslide Society Tohoku Branch

1. はじめに
「平成21年4月14日山形県七五三掛地帯で発生した地すべり災害」について、調査団は、4月19日(火)に現地調査を行った。同日はまた二ヶ月前のLandsat衛星写真、航空写真、現地踏査等による地すべり災害の発生状況を確認した。

2. 調査手順と調査のすべき区域図
現地調査は、まず現地踏査と衛星写真による地すべり災害の現状を確認する。現地踏査は、主に地盤調査と地盤変動量の測定である。衛星写真では、地盤変動量を算出する。現地踏査は、北から南へ走る方向で実施され、現地踏査は北から南へ走る方向で実施される。

3. 地盤調査の概要
4月19日、日本地すべり学会東北支部は、現地踏査と衛星写真による地すべり災害の現状を確認する。現地踏査は、主に地盤調査と地盤変動量の測定である。衛星写真では、地盤変動量を算出する。現地踏査は、北から南へ走る方向で実施される。

4. 地盤変動量の測定
地盤変動量は、主に地盤変動量を算出する。現地踏査は、主に地盤調査と地盤変動量の測定である。衛星写真では、地盤変動量を算出する。現地踏査は、北から南へ走る方向で実施される。

5. 地盤調査結果
4月19日、日本地すべり学会東北支部は、現地踏査と衛星写真による地すべり災害の現状を確認する。現地踏査は、主に地盤調査と地盤変動量の測定である。衛星写真では、地盤変動量を算出する。現地踏査は、北から南へ走る方向で実施される。

6. おわりに
最後に、現地踏査と衛星写真による地すべり災害の現状を確認する。現地踏査は、主に地盤調査と地盤変動量の測定である。衛星写真では、地盤変動量を算出する。現地踏査は、北から南へ走る方向で実施される。



フジテレビ系列
2009.5.30

緊急対策 地表水、地下水排除工



地区内渓流の転流工



ディープウェル掘削



水抜きボーリング



▲DW, ■水抜き, ○観測孔
B1ブロックのDW, 水抜き配置

B, B1ブロックの集水井設置



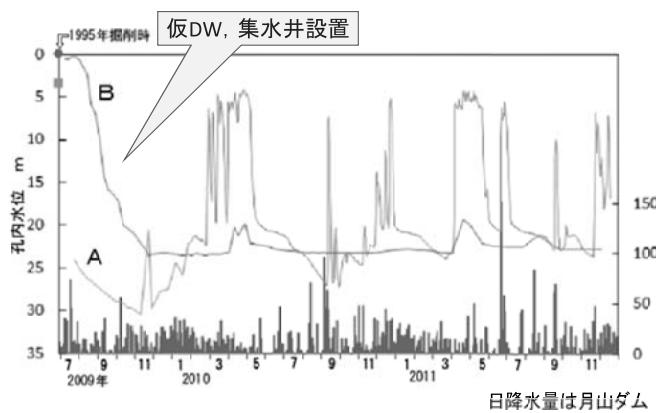
山形新聞 2009.7.9



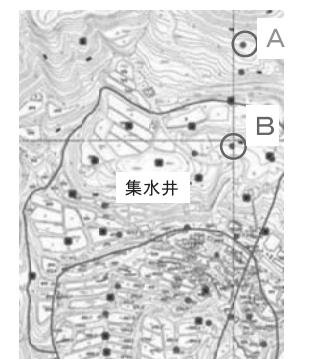
2010.2

10

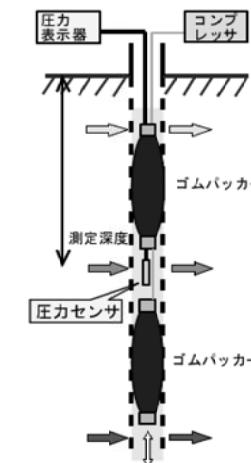
Bブロック後背地の地下水



対策工に伴う後背地の地下水位の変化



深度別水頭測定

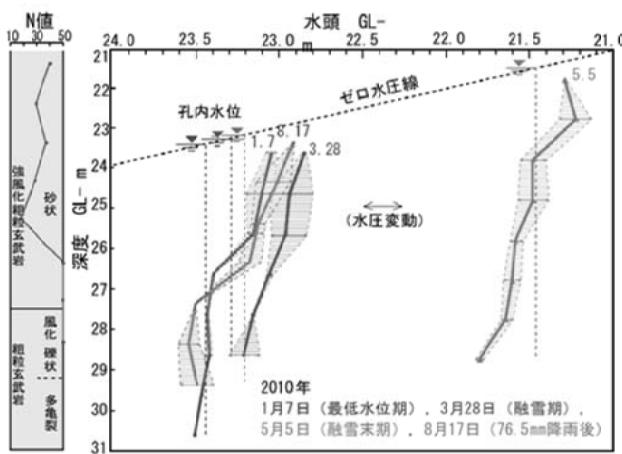


オールストレーナ孔内で測定区間をパッカーで遮断する孔内深度別水頭測定



[奥山ら 日本地すべり学会誌2007]

孔内深度別水頭の季節変化



解釈

- ・浅部が高水頭、深部に低水頭
→ 風化、多亀裂層を流下
- ・水圧の脈動 → 水みち？



鶴岡市七五三掛地滑り沈静化



排水工事の効果出る GPS観測などで分析

荘内日報 2009.7.16



山形新聞 2009.7.26

集落、水田の浸透防止工

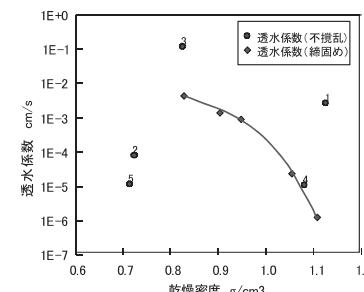
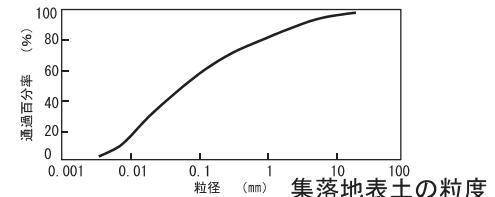


水田作土を保全するための
表土扱い+締め固め



13

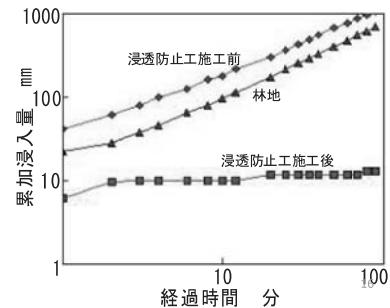
浸透防止工の効果



締め固め試験による乾燥密度と透水係数

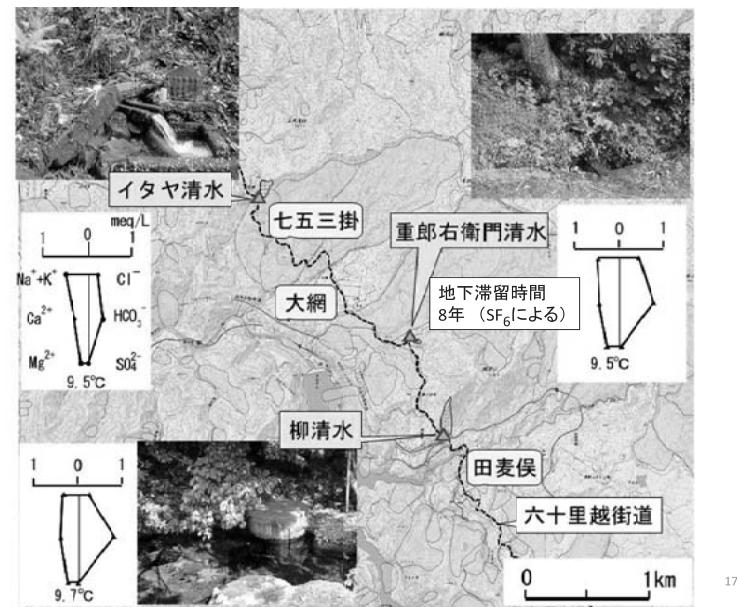


農地のシリンダーインテークレート試験



15

大網周辺の湧水



Dブロック中・下部での変状と応急対策

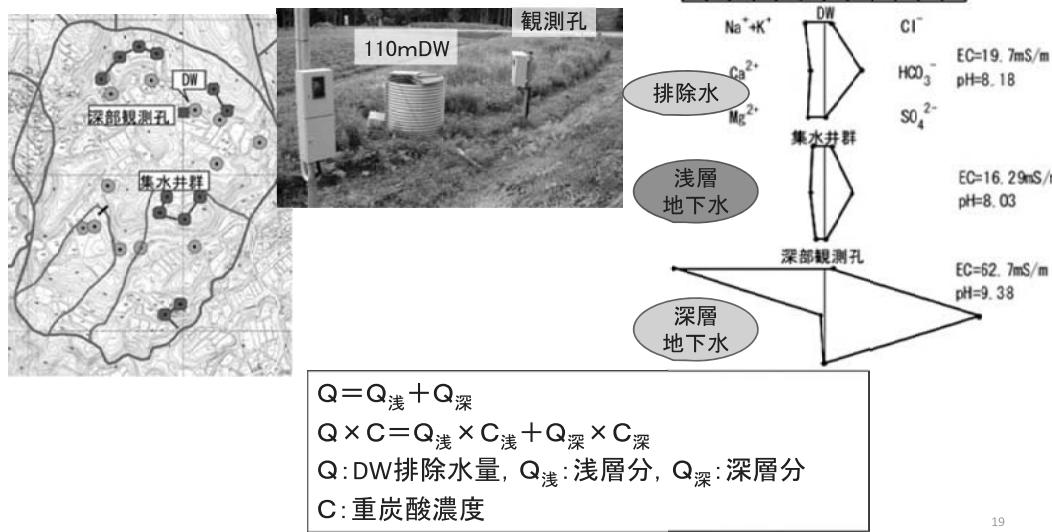


2009.5

○ 観測孔 深度51m

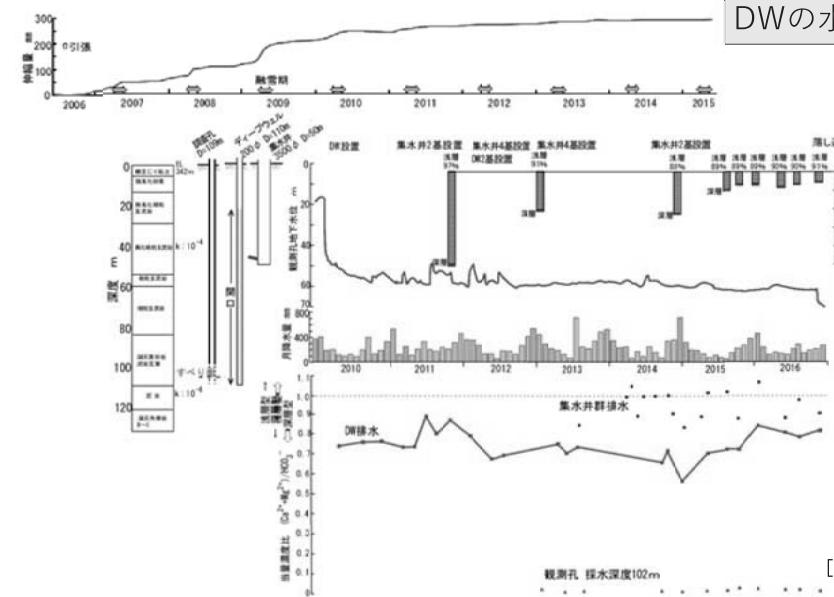
18

大深度DW排除水の浅深分別

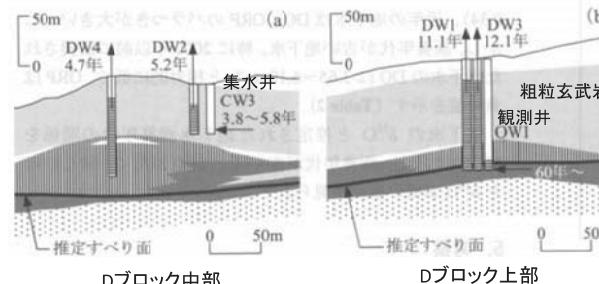
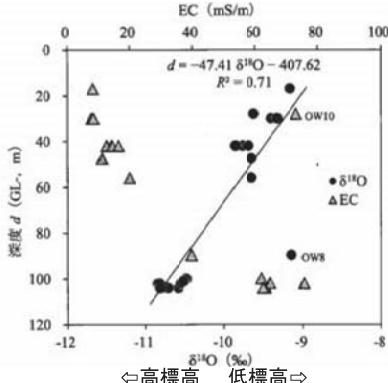


19

DWの水量、水質の変化



地下水の涵養域の推定



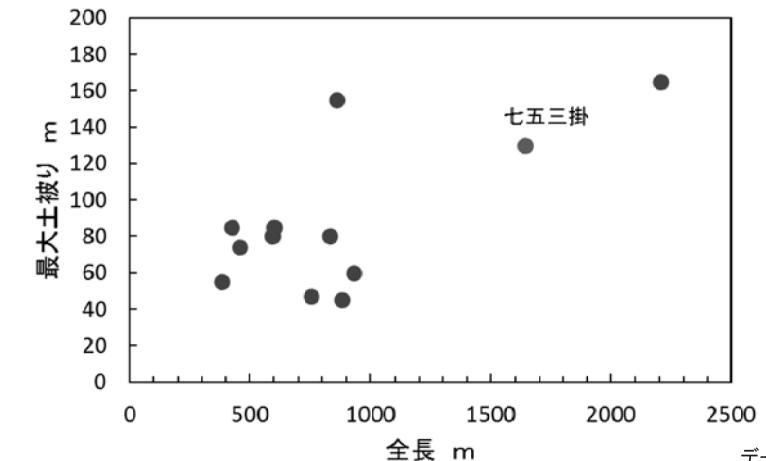
六フッ化硫黄SF₆, トリチウムによる排除地下水の年代比較
[土原ら 農業農村工学会論文集2014]

解釈

- ・深部地下水ほど“軽く”, 高標高地で涵養された。
- ・DWの排除水は浅～深層地下水の混合。

21

地すべり対策排水トンネルの規模

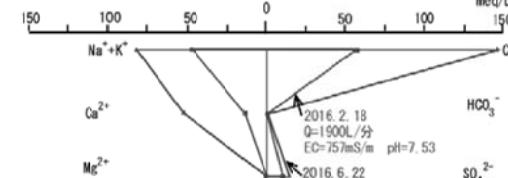


データは国土防災
技術(株)協力

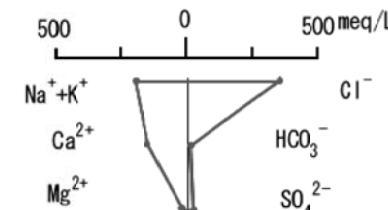
排水トンネル先進Borからの出水



2016年2～6月
漸減するが総量 60,000m³以上



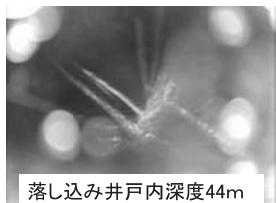
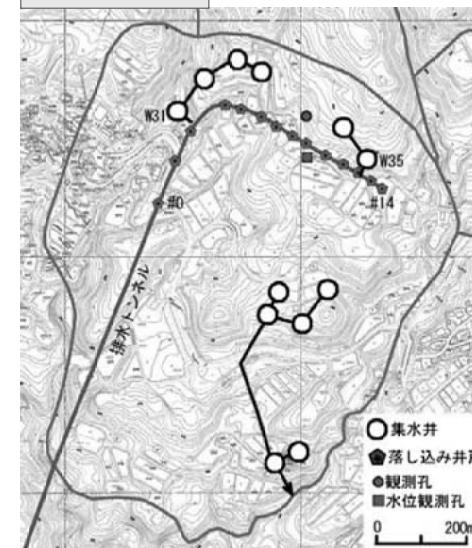
出水のヘキサダイヤグラム



旧田麦俣温泉の分析表

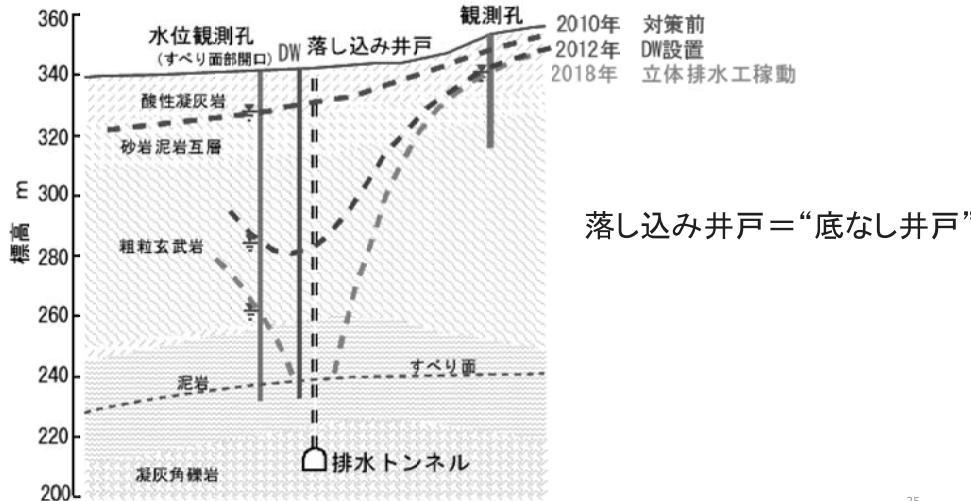
23

立体排水工

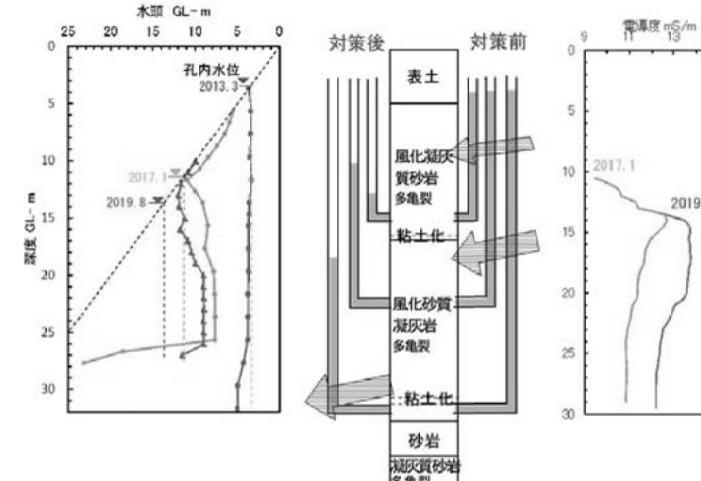


24

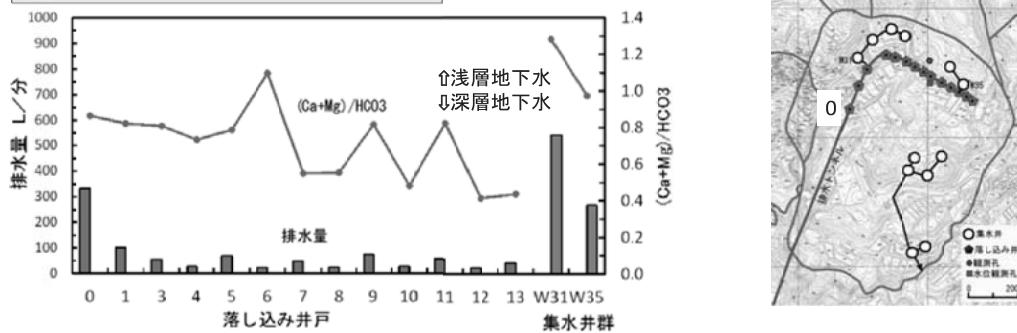
地下水排除工による地下水位低下



立体排水工近傍の地下水頭変化



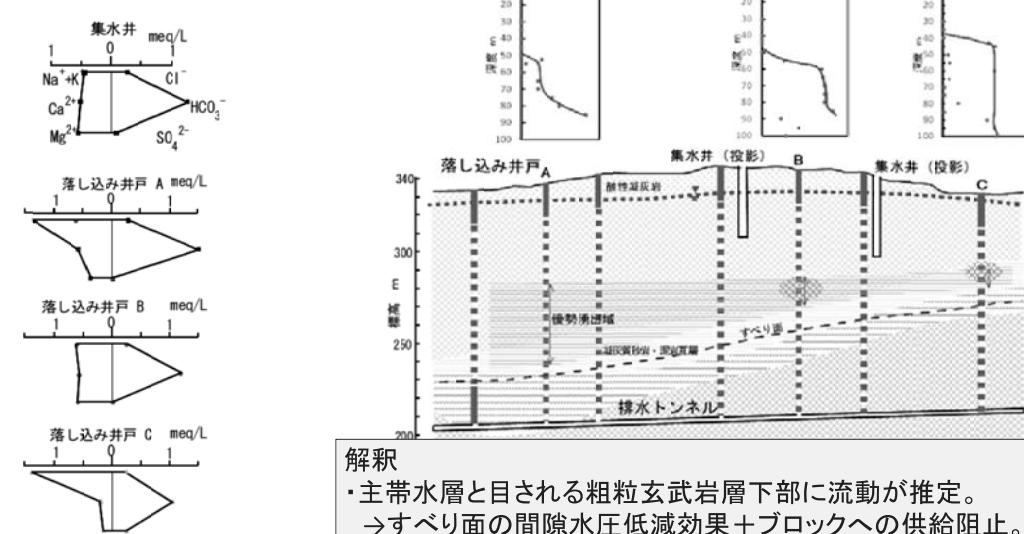
落し込み井戸の排水量と水質



解説

- 落し込み井戸はTN下流側で排水量が多く、集水井と同様に(Ca+Mg)/HCO₃比が高い傾向。
- 浅層の地下水を排水。→側端流动路、断裂？
- ・TN上流側は深層地下水が多い。

落し込み井戸の流下量と水質



落し込み井戸による排水トンネル内の換気

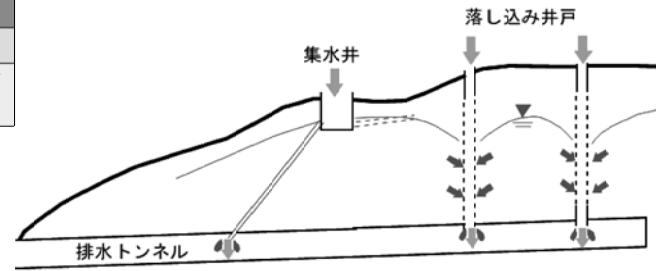
酸素濃度	
21%	通常の空気の状態
18%	安全限界だが連続換気が必要

厚生労働省パンフレット

☆携帯酸素濃度計は
19.5%で警報！

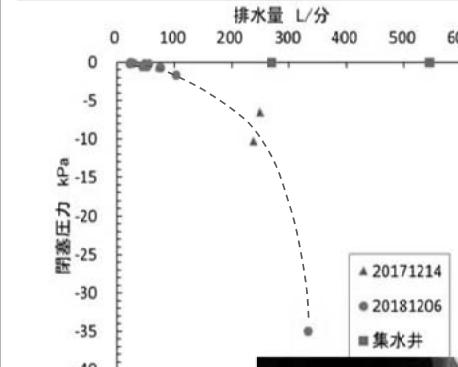


気圧の影響
国道112号月山第2TN鶴岡方
EL.590m

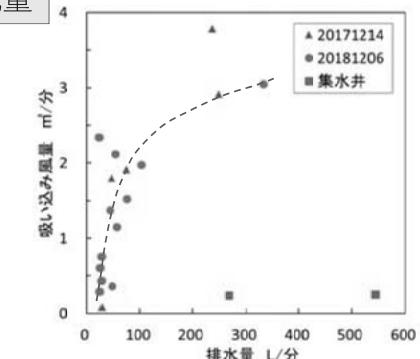


29

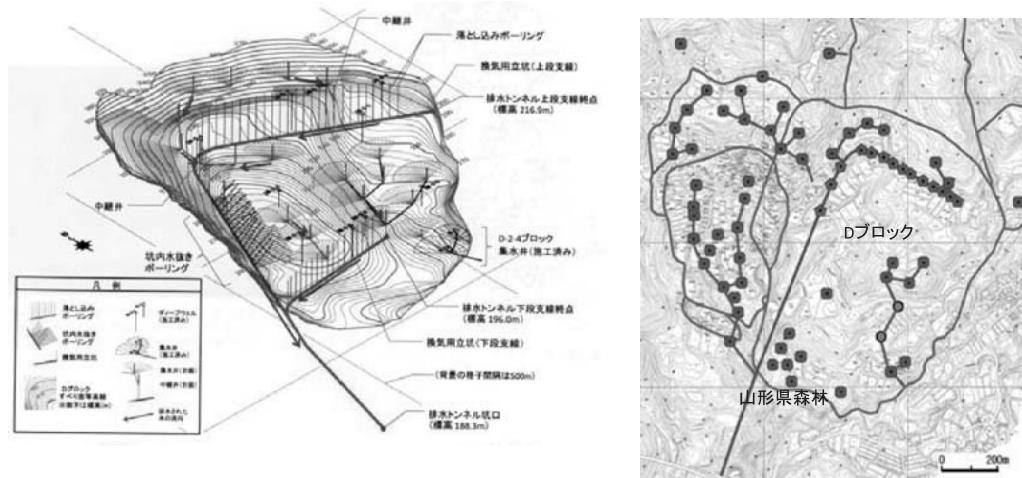
落し込み井戸天端の圧力と吸い込み風量



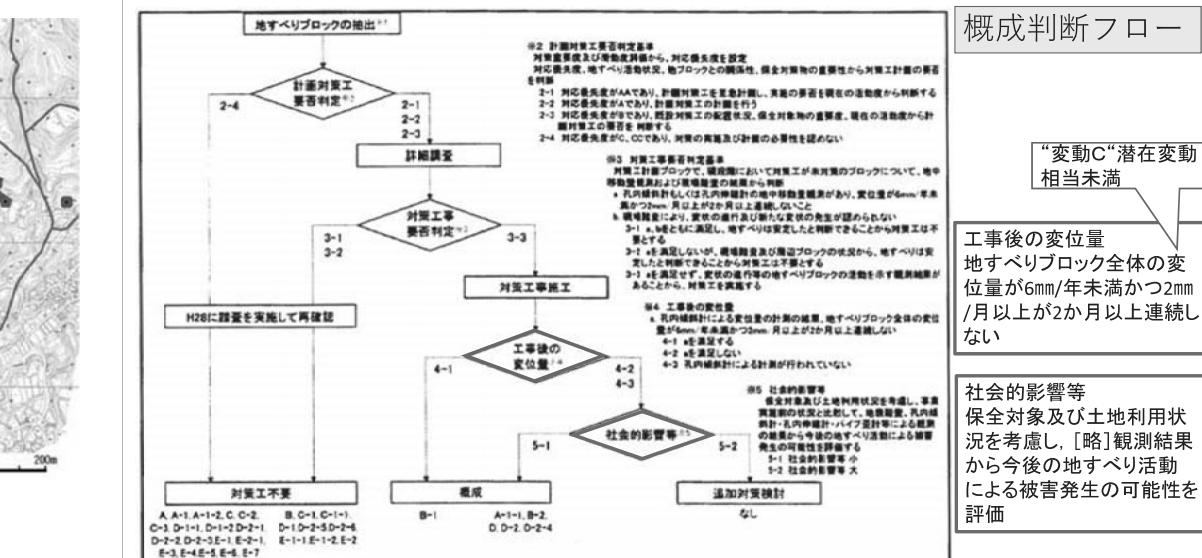
落し込み天端の
閉塞圧力測定



熱線風速計による
空気吸込量の測定

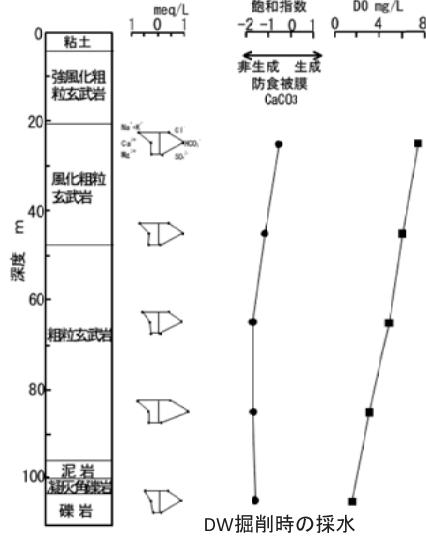


Dプロック施工計画(当初)
[土屋ら, 地盤工学会誌2012]

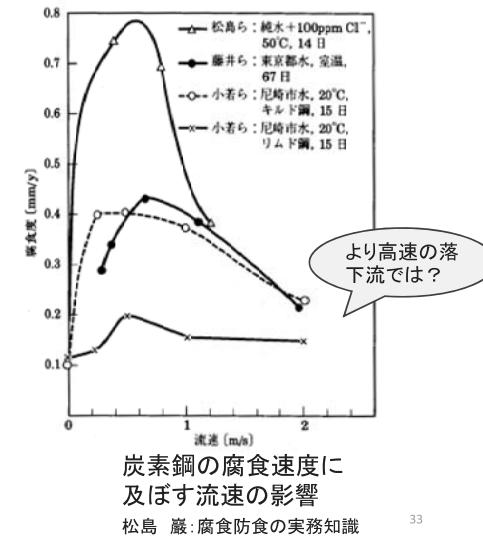


31

地層・地下水による鋼の腐食性



鋼の天敵:水・酸素・酸・電流



排除地下水の活用



戸沢村平根地すべり
簡易水道の水源(717m³/日)



大網排水トンネル



七五三掛Bブロック集水井群の流末

排除地下水の消雪能力の検討

仮定 排除水水温10.1°C, 水量3m³/分
降雪量 0.73cm/時
→ 消雪面積 約3ha
→ 重油 182L/時相当

10年間を振り返って

1. B1ブロックの突発的大規模滑動に対して、ディープウェルの集中的配置による緊急対策を行い、冬を徹して集水井設置工事を完了できた。被災した農地は浸透防止を施して復田することができた。
2. 山形県、農政局、地整局の連携分担で早期効果発現、独法研究機関の技術支援。
3. Dブロックにおいても大深度DWによる対策を先行させ、長大トンネルによる、農地では初めてとなる落し込み式立体排水工を完成させた。
4. 大深度すべり面の挙動や地下水状況を綿密な観測によって把握して対策工の効果の検証や工事設計の変更に活かし、当初計画より施設規模の縮小につながった。
5. 応急対策段階であった2011年の東北地方太平洋沖地震に際しても異常は生じなかった。
6. 当地区における概成方針は農地地すべり対策の推進上、有益な実例となる。
7. 大網・七五三掛地域は地すべり、豪雪との闘いの長い歴史の村である。地区内に住宅はなくなったが、地区の象徴でもある注連寺は通年、多くの参詣者を迎えており、地域の安全を安心につなぎ、将来につながることを願う。