



Surface-wave survey at a ground cave-in site in Abira town, Hokkaido



北海道安平町の地盤陥没跡地における表面波探査

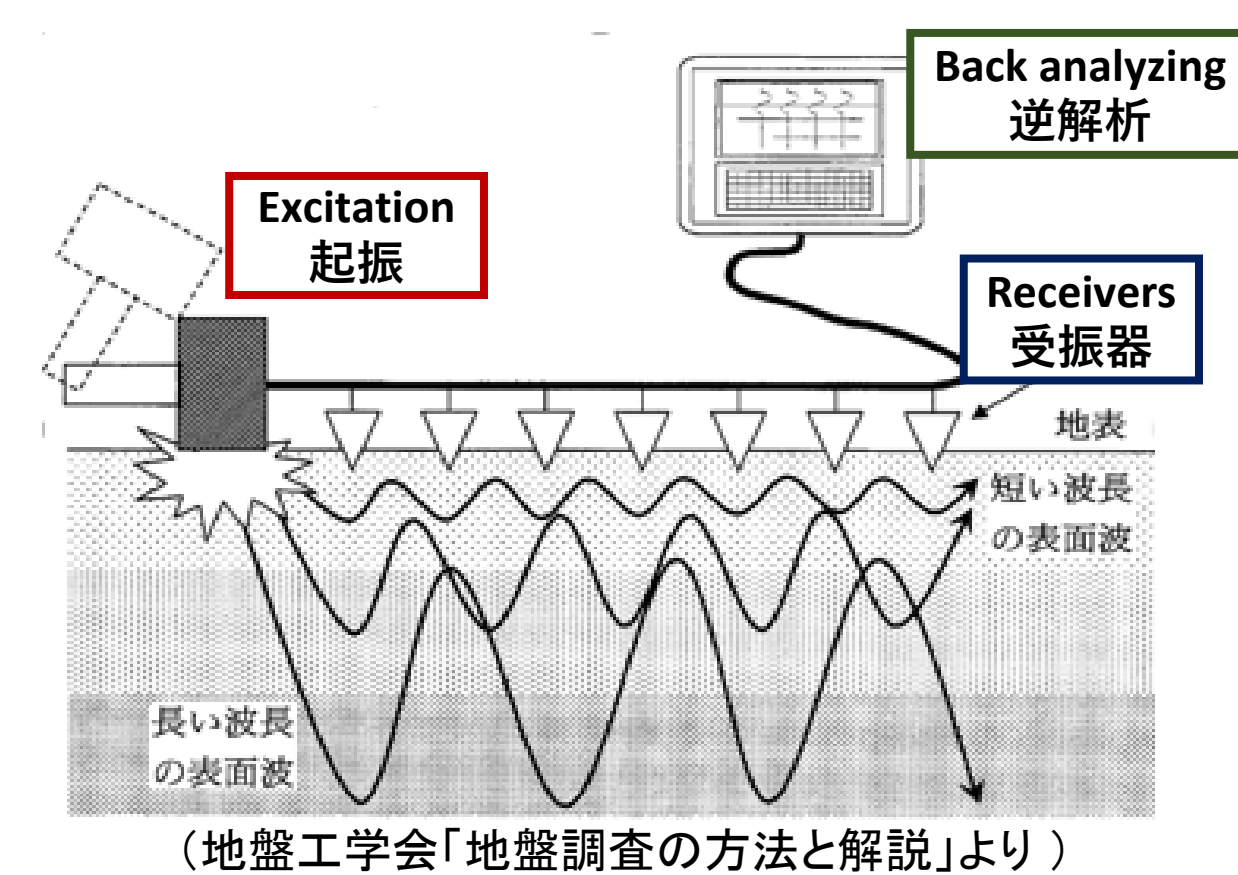
Cave-ins occur in various places both in Japan and overseas. If a cavity is located deep underground, there is a risk that the cavity grows to a large size and results in a large-scale cave-in. Radar surveys can detect cavities near the ground surface with high accuracy, but it is difficult to detect cavities deeper than 2m below the ground surface. Currently, there is no effective non-destructive exploration for deep cavities. In this report, the results of the surface wave survey conducted at a ground cave-in site in Abira Town, Hokkaido were summarized, and the possibility of using surface wave surveys to explore deep cavities is discussed.

地表に突如として穴があく地盤陥没現象は国内外問わず様々な場所で発生しています。地盤陥没の芽となる空洞が地中深いところにある場合、条件によっては空洞が大きく成長し、大規模な陥没に至る危険性があります。地表近くの空洞は、レーダー探査によって高い精度で空洞の検出が可能です。地表から2mを超える深さの空洞探査には対応が困難とされています。したがって現在は深部の空洞に対して非破壊での探査は困難な状況です。本研究では、2009年4月に北海道安平町内のゴルフ場で発生した地盤陥没の跡地において実施した表面波探査の結果を整理し、表面波探査による深部空洞の探査可能性について検討を行っています。

Surface wave survey 表面波探査の概要

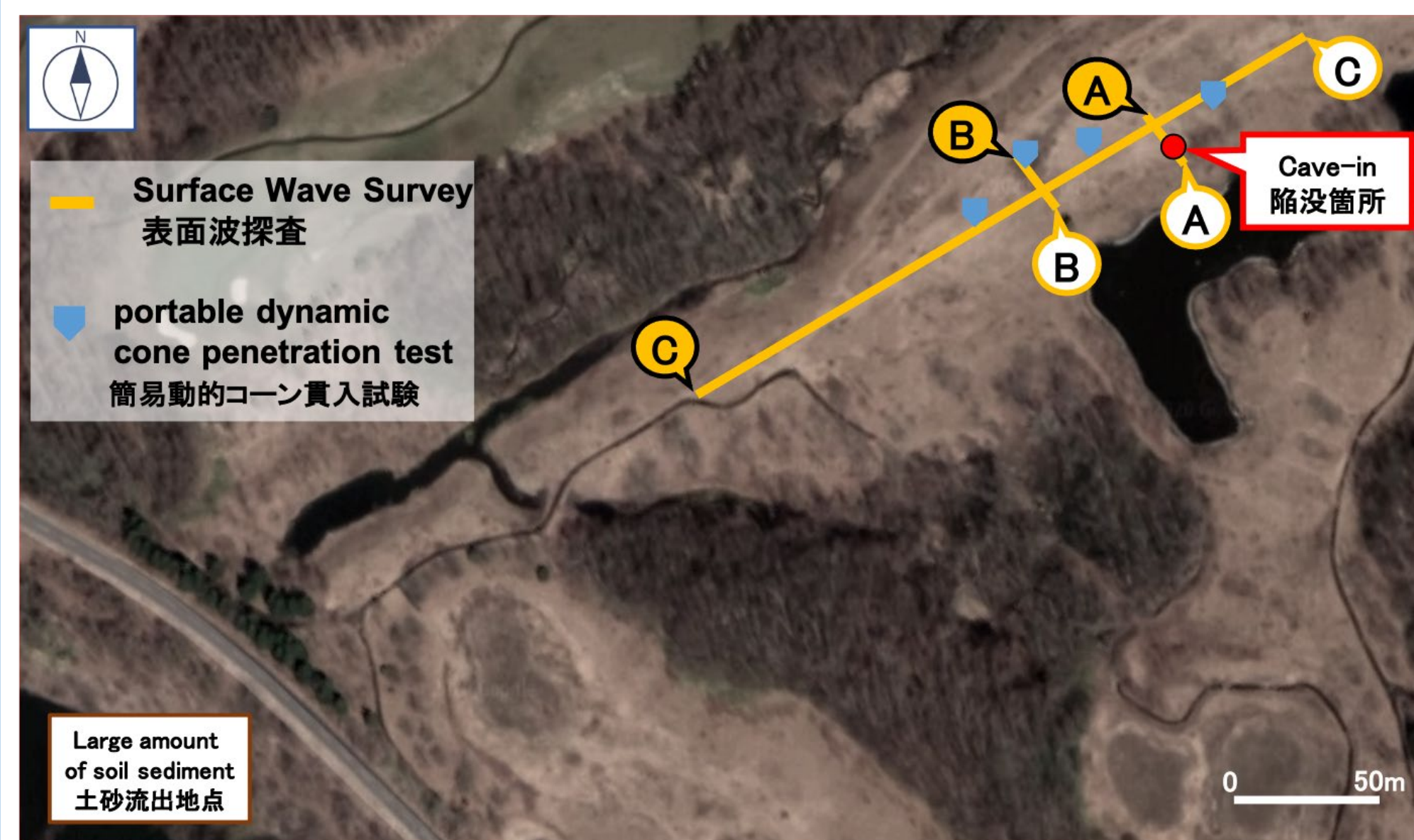
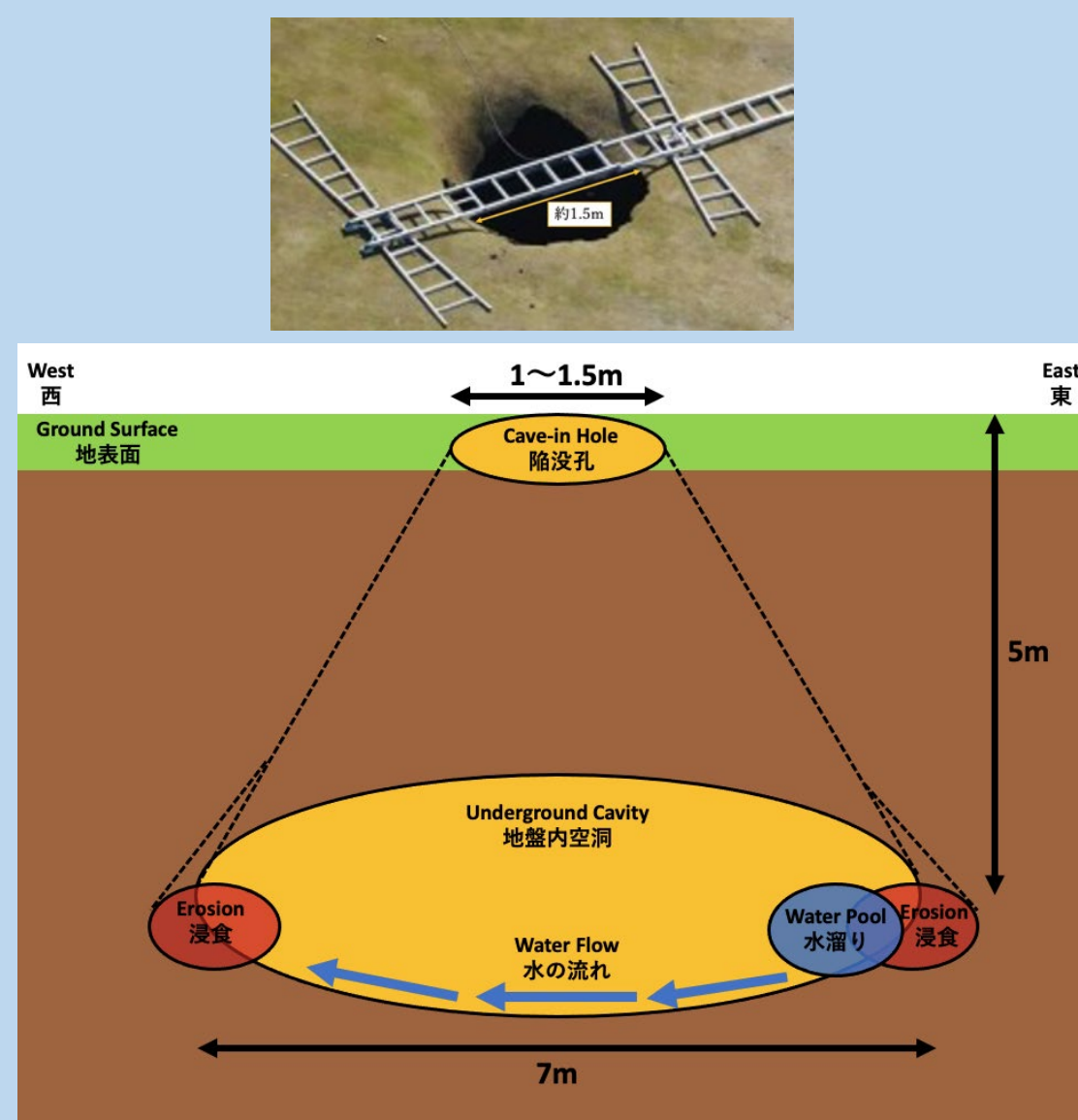
In surface wave surveys, **Rayleigh wave**, which is one of the surface waves, is used. The amplitude of Rayleigh waves decays rapidly in the direction of depth. The larger the wavelength, the deeper the wave propagates. In general, the stiffness of the ground is different in the vertical direction, and the velocity of elastic waves changes with depth. By back-analyzing the difference in propagation velocities with wavelengths (**dispersion**), the **S-wave velocity structure** of heterogeneous ground can be roughly determined.

表面波探査では、地盤内を伝播する表面波の一つである**レイリー波**が用いられます。レイリー波の振幅は深度方向に急激に減衰し、波長が大きいほどより深くまで伝播します。不均質な地盤は深度方向に剛性が異なり、地盤内を伝播する弾性波速度は深度に応じて変化します。この波長による伝播速度の違い(**分散**)を逆解析することで、地下約20mまでの地盤の**S波速度構造**がだまかに求まります。



Cave-in accident in Abira town, Hokkaido 北海道安平町の地盤陥没について

- ✓ The cave-in accident occurred in April 2009.
陥没事故は2009年4月に発生。
- ✓ The sinkhole was 5m deep with a maximum diameter of 7m.
陥没孔は深さ約5m、最大直径約7m(陥没孔底部付近)。
- ✓ The site is where a large-scale embankment was built on the former stream topography.
陥没箇所はかつて沢地形上に大規模な盛土造成がされたところだった。
- ✓ Water channels were detected at depths of 5m and 8m near the sinkhole.
陥没孔付近の深さ5mと8mの位置で水みちが確認された。
- ✓ After the excavation, the sinkhole was backfilled.
掘削調査の後、陥没孔は埋め戻されている。



Results of Surface wave survey 表面波探査の結果

Line A 測線A

- S-wave velocities were especially low near the point of the sinkhole.
→ **Possibility of a loosening area**
陥没箇所の地表付近において、特にS波速度が小さい。
→ **緩み領域の可能性**

Line B 測線B

- A portable dynamic cone penetration test was conducted where particularly low S-wave velocities were observed.
→ **Consistent with the S-wave velocity distribution**
特に小さいS波速度の地点で簡易動的コーン貫入試験を実施
→ **表面波探査で得られたS波速度分布との整合性を確認**

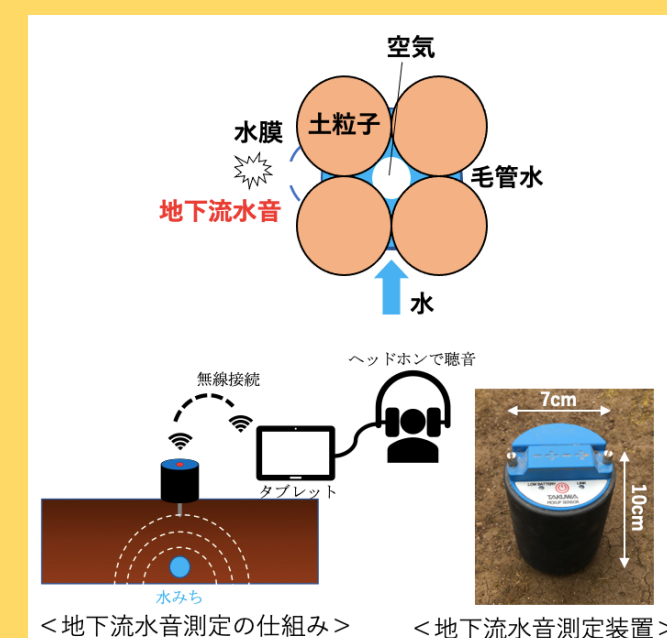
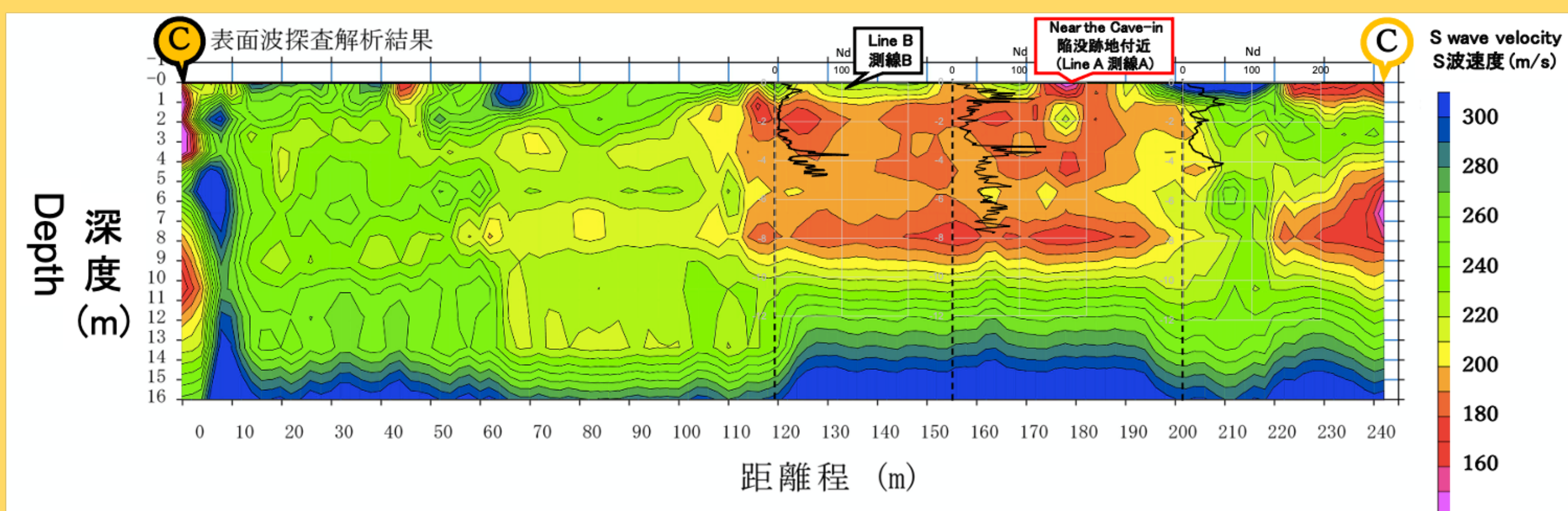
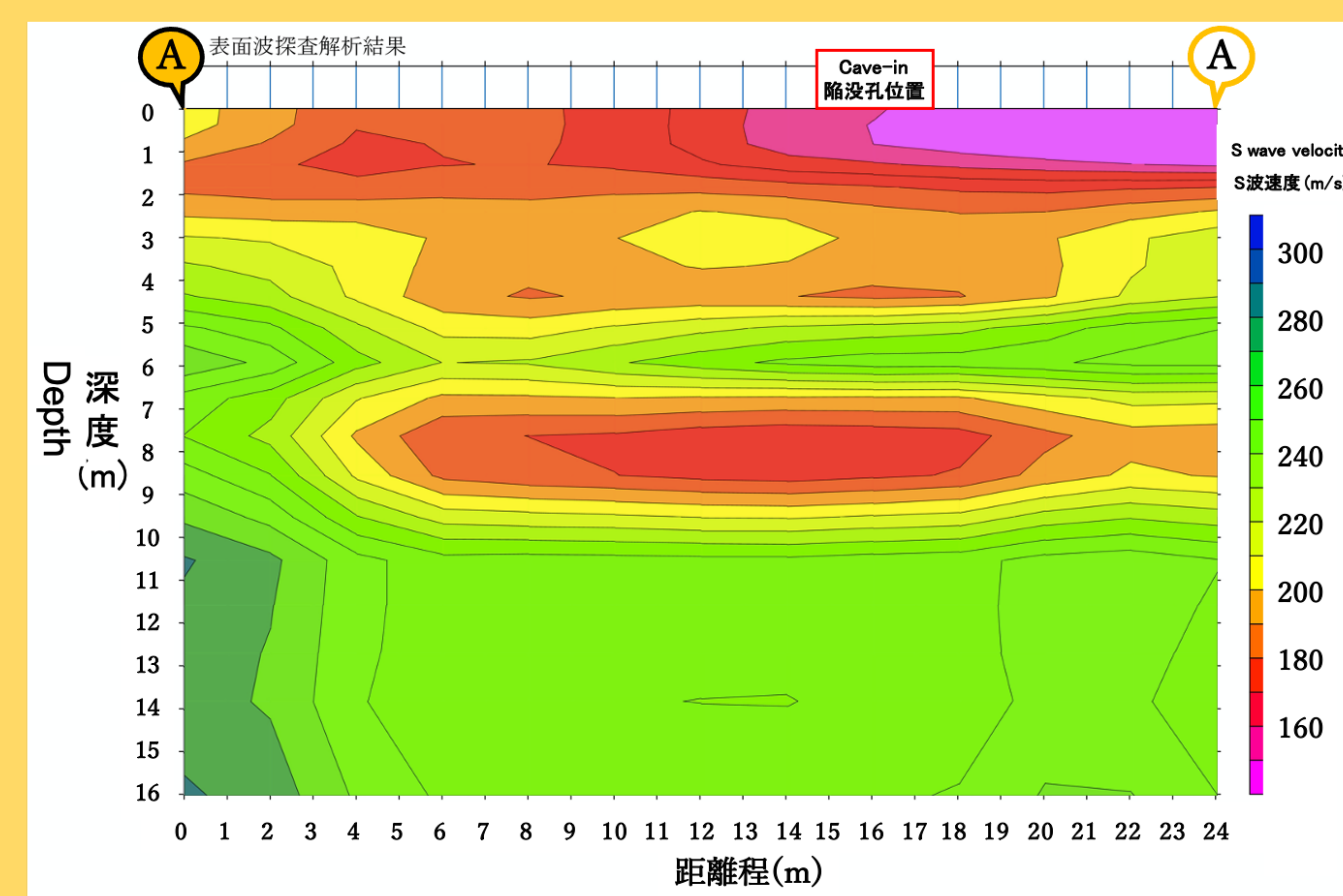
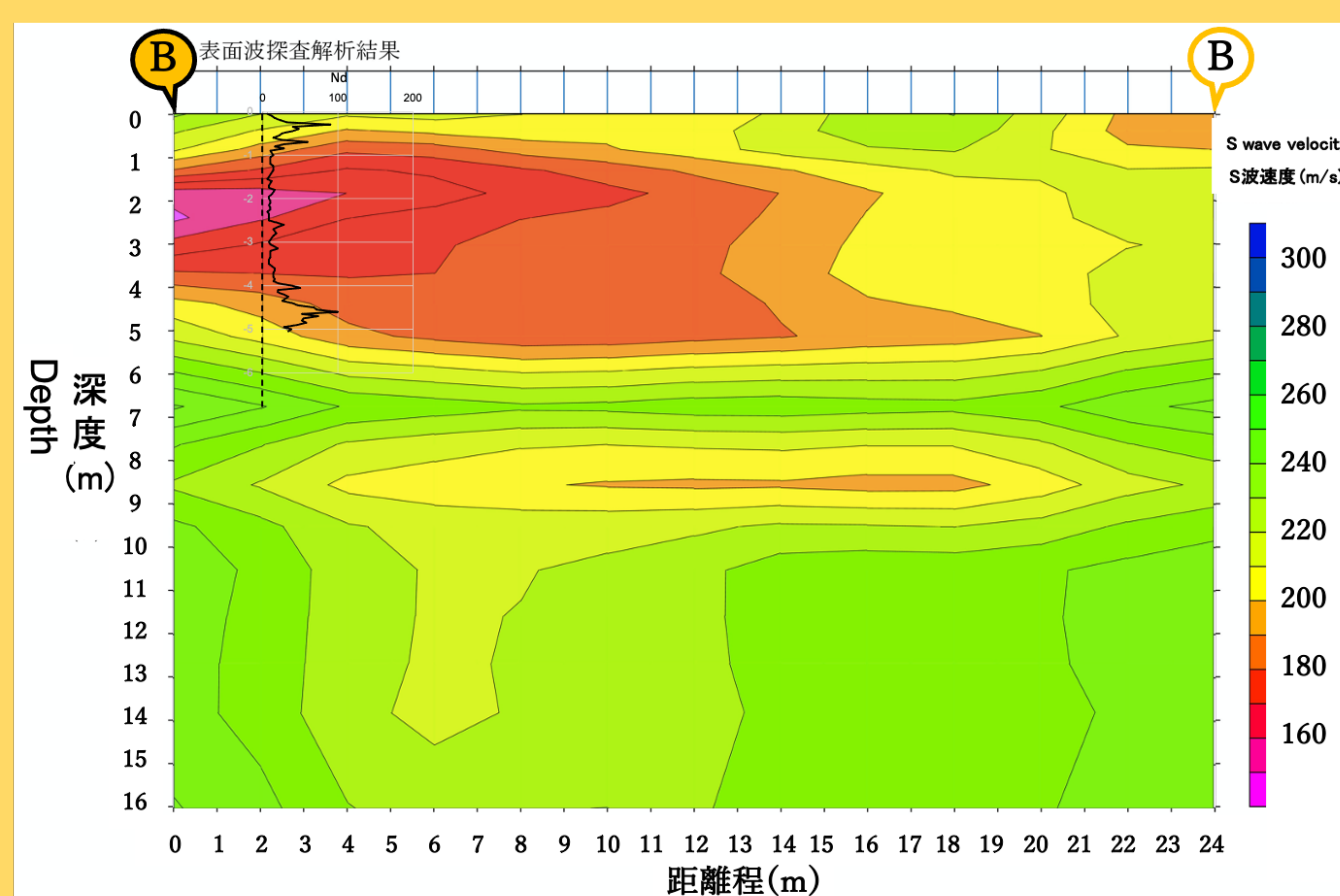
Line C 測線C

- From about 110 to 200m, there are bands of low S-wave velocities at the depths of 2m, 5m, and 8m.
→ **Possibility of erosion by water channels**
距離程110~200mにかけて、深さ約2m、5m、8mでS波速度が小さい帯状の領域を確認
→ **水みちによる浸食の可能性**

The results suggest that ...

- ✓ The ground is susceptible to erosion because of the large-scale embankment.
盛土造成により、侵食されやすい地盤である可能性
- ✓ The ground has water channels that promote sediment flow.
土砂流出を促進する水みちが地中に存在する可能性

(A groundwater flow sounding survey was conducted with this study and its effectiveness was confirmed.)
(桑野研究室では、本調査と合わせて地下流水音調査を実施しており、その有効性を確認しています。)



For further information, contact below.
Prof. Reiko Kuwano,
Bw-304, Institute of Industrial Science, the University of Tokyo
TEL: +81-3-5452-6843
E-mail: kuwano@iis.u-tokyo.ac.jp

唐崎遥平 (2021)
桑野研究室 桑野玲子
東京大学 生産技術研究所 Bw-304
電話: 03-5452-6843
E-mail: kuwano@iis.u-tokyo.ac.jp

