

沿岸海底下での地質・地下水特性に関する調査 - 太平洋炭鉱の坑道を利用した調査 -

Geological and geochemical investigations below the sea floor in Taiheiyo coal mine, southeastern Hokkaido

中田 英二[1], 大山 隆弘[1], 馬原 保典[1], 渡部 良朋[1], 五十嵐 敏文[2], 田中 和広[3], 松本 裕之[4], 市原 義久[4]

Eiji Nakata[1], Takahiro Oyama[1], Yasunori Mahara[1], Yoshitomo Watanabe[1], Tosifumi Igarashi[2], Kazuhiro Tanaka[3], Hiroyuki Matsumoto[4], Yoshihisa Ichihara[4]

[1] 電中研, [2] 北大, [3] 電中研・地質, [4] 釧路炭鉱

[1] CRIEPI, [2] Hokkaido Univ, [3] Geol. Dep., CRIEPI, [4] Kushiro coal mine

<http://criepi.denken.or.jp>

堆積岩の岩石特性、岩盤性状と地下水流動を調査するために、太平洋炭礦（株）（釧路コールマイン（株）に鉱区の一部を譲渡して閉山）の坑道において地質・地下水調査を実施している。太平洋炭鉱は釧路市海岸から沖合に向け海底下を約 8km まで掘削し採炭を行っていた。掘削深度は最大で海面下約 800m（水深約 50m）に達しており一部坑道において直接新鮮な堆積岩試料の採取・観察や地下水試料が採取できることから、沿岸海底下の岩盤・地下水の性状を明らかにするための新しい試験方法の開発や既存探査・調査試験手法の適用が可能なきわめて貴重な現場である。

著者が実施している研究内容は大きく以下に示す 5 つのテーマに分かれている。

(1) 地質・岩盤

調査地域は釧路市沖合の海底下に位置し、坑道は古第三系の春採夾炭層に沿うように海に向かって掘削されている。岩石は白亜系の泥岩、砂岩互層から古第三系の泥岩、細粒砂岩、砂岩互層等からなり、海側に概ね 6~7 度で傾斜している。これらの互層は明瞭なユニット境界を持たずラミナの発達する部分、無層理の部分が混じって分布する。

岩石の一軸圧縮強度は 50MPa 前後であり、間隙率は 7~17% で 12% 前後のものが多い。坑内で採取したカオリナイト/スメクタイト比が 2.5 以下の岩石は、蒸留水浸漬の場合数分で浸水崩壊する。ただし海水、KCl4% 溶液、あるいはエタノール浸漬の場合、崩壊しにくいことや方解石を含むものと海岸露頭の試料はこの比と無関係に蒸留水浸漬でも浸水崩壊しにくいことが確認された。

(2) 水質調査

坑内では各採炭現場の水位を下げるために、インバートから約 300m 前後の鉛直下向きボーリングが数本実施されている（海底下 1000m 前後に達する孔「基盤水ボーリング孔」）。孔から排水される地層水は掘削直後には毎分数百リットル湧出するが、2、3 週間~1 年程度でほとんど自噴しなくなる。ほかに坑内では断層帯（たとえば数 m~数十 m の変位量を持つ断層の集合部分で幅 200m 前後のゾーン）などで滴水・湧水が認められる場合が多い。湧水・滴水が認められない部分では坑壁は通気で一見乾燥しているように見える。

8 箇所の孔と坑内の 52 箇所で採取した試料をもとに地下水の溶存イオン量、酸素・水素同位体比、地下水年代測定に関する検討を行った結果、この地域の地下水は少なくとも現海水、陸域周辺の淡水、坑内の湧水・滴水、地層水（基盤水と呼ばれているもの）の 4 つに分類できることが明らかになった。

(3) 不飽和帯分布

空洞周辺に形成される不飽和帯は空洞周辺で物質が移動した痕跡を示すと考えられる。現在、不飽和帯の分布を明らかにするためにボーリング掘削を実施した。調査空洞は陸からおよそ 3km、海面下 315m（水深約 30m）にあり、幅 4m、長さ 16m で一般坑道をより 5m ほど高い位置に掘削されたボーリング座である。発破掘削後 16 年経過しており、坑壁は乾燥し底盤には側壁崩壊によると思われる岩石屑や砂の山が点在している。

ボーリングは外径 86mm で水平に長さ 12m、上下 75cm の間隔において 2 本掘削した。空洞周辺の岩盤の水分飽和度は孔口から約 1m で概ね 85% で一定に達していること（空洞内相対湿度；80%）孔口から 2.5m、3.5m 付近に幅 10cm の断層破砕帯が認められ、この部分で自然含水率と間隙率が新鮮な部分より大きくなっていることが明らかになった。

さらに、この孔では岩盤と岩石とでデータの比較を行うために透気試験と蒸発散試験を実施している。この試験のために測定区間 13.9cm~2m の間で透気係数と蒸発水分量を求めることができるダブルバック - を有す装置の開発を行った。これにより破砕帯、岩盤、不飽和帯での透気係数、蒸発量分布が可能となる。

(4) 冠水速度

揚水停止に伴う坑道の冠水速度や地下水水質の経時変化を測定するために、長さ 3428m のチューブを斜坑内に

2本設置し、抗内水位の計測を行っている。

1月30日の閉山にともない、坑道は坑口から約3.1kmの地点にフライアッシュを骨材とするプラグを設置し密閉され、3.1~6.5kmの区間の斜坑は冠水するものと推測されている。この区間の掘削空洞の体積、湧水量などから試算した冠水時間は約8年とされており、実際に冠水速度を測定することで、予測との比較検討ができるものと期待されている。今年度は、冠水の影響を受けると考えられる岩盤内の地下水水質の変化を継続して測定できる鉛直調査孔の掘削を行う予定である。

(5) 生物

深部堆積岩中に生息している微生物の有無とその岩盤性質へ与える影響を調査するために微生物の培養を実施している。使用した試料は上述したボーリングコアと約8km沖合の坑道（海底面下650m）で掘削した長さ335mのボーリングからの基盤水である。