



相双丘陵と常磐丘陵

鈴木敬治 = 福島大学教育学部教授

丘陵の地形・地質の概要

福島県の太平洋沿岸域には、阿武隈山地の東縁に南北に細長くのびる2つの丘陵が発達している。一つは、北部の相馬・双葉地区に6～10kmの幅で南北に細長くつらなる丘陵で、これは相双丘陵とよばれる。この丘陵は、高度150m以下の緩斜丘陵で、東流する諸河川が開析して形成した数段の段丘や河谷底平野が発達している。おもに鮮新世の地層（久保間層と竜の口）層から構成される丘陵域の西側には、直線状の急斜面を境にして、高度数百mの阿武隈山地が分布している。急斜面のところには双葉断層（岩沼～久の浜構造線）が発達し、この断層の西側の阿武隈山地には古生層・変成岩類・花こう岩類などの古い時代の岩層がおもに分布している。南部のいわき市地区に発達する常磐丘陵は、古くは常磐炭田として知られたところで、相双丘陵域にくらべて幅も15～20kmと広く、かなり内陸域へ広がっている。高度200m以下の丘陵とこれを開析して発達する段丘と谷底平野とからなっている。丘陵はおもに古第三紀層（白水層群）と新第三紀層（湯長谷・白土・高久・多賀の各層群）とから構成されているが、北の地域では白亜紀層（双葉層群）も分布している。丘陵域の西方には、古生層・変成岩類・花こう岩類などのより古い時代の岩層からなる700m前後の高度の阿武隈山地が分布している。丘陵域と阿武隈山地との境界には、相双地域におけるような南北方向の明瞭な直線状の断層はほとんどみられない。しかし、第三紀層からなる丘陵域は、阿武隈山地域を構成する古い時代の岩層と北西～南東の方向に発達するニッ箭・湯

ノ岳などの断層で境されて、階段的にくさび状に阿武隈山地域へくいこんだ形をとって分布する特徴を示している。

これら2つの丘陵は、時代と環境を異にするさまざまな地層で構成されているが、そのうち泥質岩系の地層には、露頭面で黄色の粉をまがしたような状態を呈するものや、さらには内側の部分にも黄色い縞模様をもつものが多く、従来から硫黄化合物との関連が推測されていた。今回、久保田鉄工パイプエンジニアリング部の協力を得て、これらの地層中に含まれる硫黄化合物の調査を行なった。以下、2つの丘陵のうち、とくに泥質岩を中心に、その堆積環境や硫黄化合物との関連について述べる。

相双丘陵と竜の口層

相双丘陵を構成する地層のうち、泥質岩の優勢な竜の口層は、仙台市付近から福島県双葉郡富岡町北方まで、100km以上にわたる太平洋沿岸地域に分布している。この地層は、富岡町付近で、多賀層群上部の富岡層に連続していると推測されている。福島県内における竜の口層（一部富岡層も含む）の分布の概要を図1に示すが、本地層は太平洋の浅海底下にも分布している。相馬市や原町市付近の竜の口層は、表1のような層位を占めている。竜の口層の下位に整合に重なる久保間層（注1）は、含亜炭層でしばしば珪砂も挟有する陸水成層であるが、竜の口層は海生の生物の化石を含む海成層で、海進時における堆積層である。

三本杉巳代治氏（1975）による松川浦のボーリングコアの解析によると、深度約 - 170m までは凝灰質シルト岩、以下深度約 - 240mまでは

泥岩と砂岩の互層からなり、下部に高かん水性のカキガイ（*Ostrea*）の貝殻化石を含むとのことである。さらに、深度約 - 300m までが亜炭を挟有する砂岩・泥岩の互層からなり、この下位には先第三紀の花崗閃緑岩を主とする花崗岩類が続いていることが知られている。深度 - 240mまでが竜の口層、以下 - 300mまでが久保間層であると考えられる。

相馬市付近の阿武隈山地の東縁部には、初野層のような中新世の海成層の分布があるのに、松川浦付近では欠除しているらしい。中新世の間は堆積地域ではなく、鮮新世になってはじめて堆積地域となり、陸水成層→かん水成層→海成層の順序で地層の構成が進行したことを示している。富岡町付近のボーリング資料の解析結果（江口元起・鈴木舜一両氏、1960）とあわせて考察すると、少なくとも中新世後期の間は陸地の浸食地域で鮮新世になって堆積地域となった範囲はかなり広がったらしい。

竜の口層と富岡層の分布からみると、これら両層が堆積していた海域は仙台市付近から相馬・双葉の地域（一部はいわき市北部まで）にかけて連続していたと考えられる。下部をのぞく竜の口層の堆積時には、阿武隈山地域を後背地とし、その東側の太平洋沿岸丘陵地域を堆積地域とする海域が広く広がっていたであろう。この海域は、具体的な資料に乏しいけれども、太平洋の浅海底域にもおよんでいたであろう。

竜の口層は、下部に砂岩が優勢となるところがあるほか、中部や上部にも砂岩がよく発達するところがある（図1）。このほか、凝灰質シルト岩を主とするところでも、同時浸食によって

表1 - 相双丘陵地域の層序

地質時代		層序		層厚		主要岩層	
第四紀	沖積世	沖積層		数～20m		礫、砂、礫・砂・泥	
	洪積世	第Ⅰ～第Ⅶ段丘構成層 および塚原層		各層 数～20m		礫・砂・泥、泥炭	
新第三紀	鮮新世	竜の口層	富岡層	250m	300m+	凝灰質シルト岩 砂岩、砂	
		久保間層	太田川層	60～100m		礫岩・砂岩・泥岩・亜炭	
	中新世	初野層	湯長谷層群	150m	500m+	細粒砂岩 礫岩・砂岩	砂岩・泥岩・ 頁岩・凝灰岩
先新第三紀		花岡閃緑岩 相馬層群	白水層群 双葉層群				

表2 - 常磐丘陵地域の層序

<おもに須貝ほか（1957）による>

地質時代		層序		最大層厚<m>	主要岩石		
第四紀		第四系			砂・礫・粘土		
第四紀？		袖玉山層？ 電田層		50	砂		
新第三紀	中新世中・後期 — 鮮新世		多賀層群		600	泥岩・砂岩	
	中新世	中期	高久層群 (220m+)	下高久層	130	泥岩	
				沼の内層	70	砂岩(細粒)	
				上高久層	70	砂岩	
		前期	白土層群 (平均100m+)	中山層	170	凝灰岩・砂岩・泥岩	
				平層	300	砂岩・泥岩・凝灰角礫岩	
			湯長谷層群 (850m> 平均500m±)	竜の尾層	100	頁岩	
				水野谷層	100	砂質泥岩	
				五安層	200	砂岩・礫岩	
				滝夾炭層	150	砂岩・泥岩・凝灰質岩	
			漸新世	白水層群 (600m> 平均450m±)	白坂層	150	泥岩
					浅貝層	100	砂岩(細粒)
			石城夾炭層	400	砂岩・礫岩		
新期白亜期		双葉層群		400	砂岩		
基盤							

図1 - 相双・丘陵における竜の口層の分布

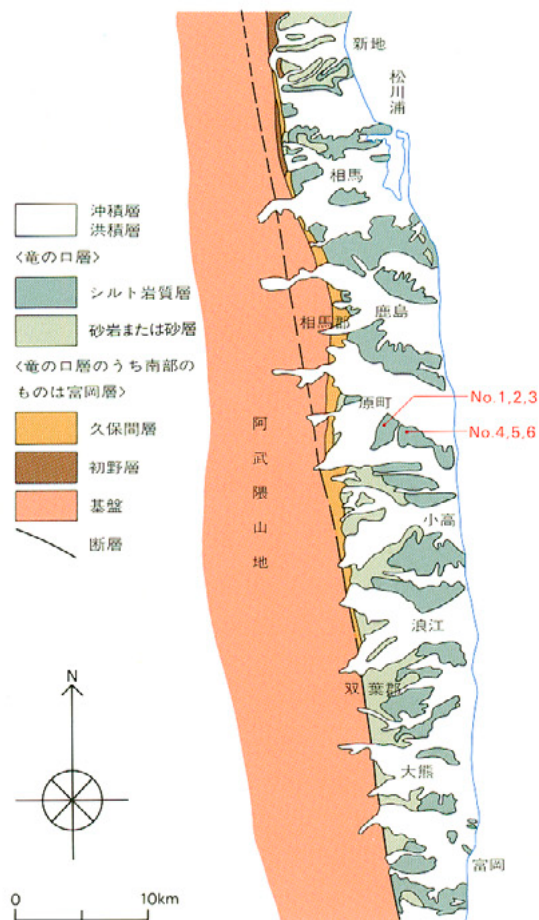
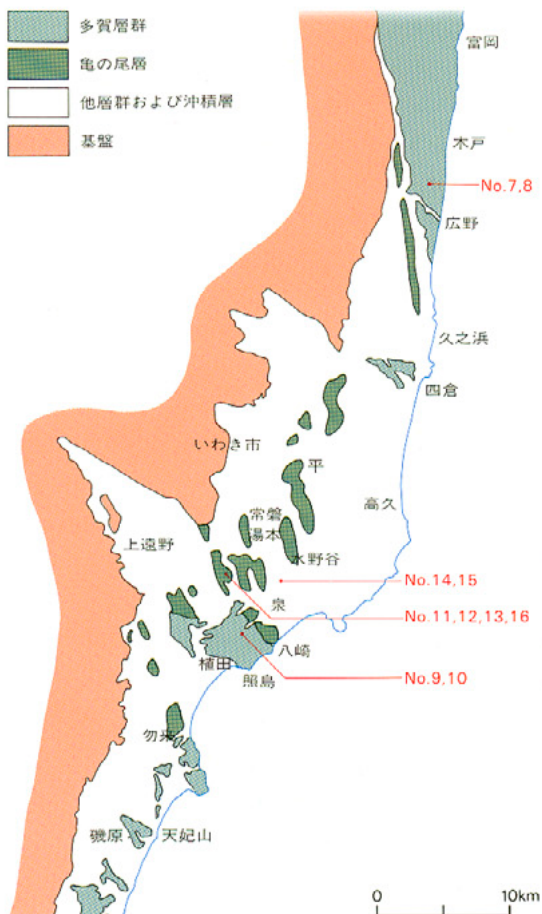
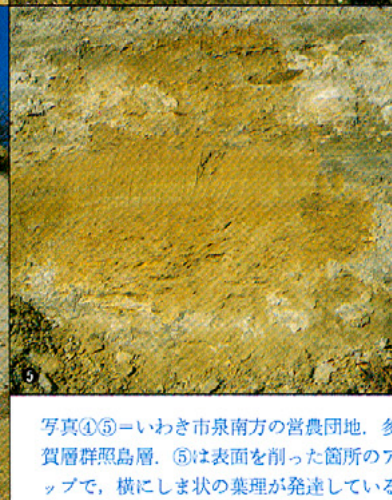


図2 - 常磐丘陵における多賀層群と亀の尾層の分布
 <須貝ほか(1957)原図に一部加筆>



写真①＝原町市天狗田。竜の口層のシルト岩。試料 No. 1 は露頭表面、試料 No. 2 は同一箇所でも10cm 内部のもの、このシルト岩は暗灰または灰色で、凝灰質、黄色の粉を析出しているほか、内部にも黄色のしま模様がいっている。

写真②③＝原町市前谷地西方。竜の口層の露頭。③は表面を削った箇所付近のアップで、上部の濃い褐色は砂岩(試料 No. 6)、中段の黄土色の部分(新鮮なところは青灰色)はシルト岩(試料 No. 5)、下部はシルト岩(試料 No. 4)で、表面を削った新鮮な部分は暗灰青色を示す。



写真④⑤＝いわき市泉南方の営農団地。多賀層群照島層。⑤は表面を削った箇所のアップで、横にしま状の葉理が発達している部分が砂岩(試料 No. 10)、その上・下は泥岩(上位の泥岩が試料 No. 9)

写真⑥⑦＝いわき市西郷泉田北。亀の尾層。薄層理がよく発達する頁(泥)岩を主としている。泥岩の部分は黄色の粉を析出している(試料 No. 13)。⑦は一部分を拡大したもので、薄層理がよくあらわれている。



もたらされた泥質岩の礫を含む凝灰質砂岩の薄層がしばしば挟有される傾向がある。また、シルト岩中にも、浮石や天然木炭片などが含まれるところが多く、活発な火山活動の影響をうけながら、泥質岩ほかの地層が積成したと考えられる。

下部や中部の砂岩の優勢な地層には、しばしば化石床型の貝化石群集が含まれている。浪江町西部で竜の口型動物群の産出があるが、これにはいくらか暖流系の要素が混在する特徴はみられるものの、顕著な内湾性（かん水性）のものはみだされていない。シルト岩の部分からは、鯨の骨格や脊椎骨などの化石がしばしば発見されている。しかし、高かん水域の存在を指示する *Ostrea* などの化石は竜の口層の下部にみだされているのみである。

竜の口層は沿岸域における堆積物で、中・上部のシルト岩の優勢な地層はいくらか深いしずかな海底の泥質帯の堆積物と考えられる。しかし、しばしば波浪や海流の影響をうけて、粗粒の砂や火山噴出物などが挿入的に堆積したような条件のところであったと推測される。当時、いくらか湾入的地形が存在したとしても、どちらかという外洋性の沿岸域に泥質帯が優勢で砂質帯をともなう堆積盆が出現していた。そして、泥質帯のところでは比較的しずかな環境が優占し、細粒の碎屑物が浮石や火山灰とともにかなり急速に堆積し、各種の生物の遺骸も多量に埋填されていたであろう。このような泥質帯の堆積物は還元状態にあったろうと推測される。表3に示すように、このような堆積物から、露頭でpHが低く硫化物が検出され、硫黄が多量に含まれる暗色のシルト岩（試料No. 1, 2, 4）が生じたものと考えられる。しかし、時々には波浪や海流の影響をうけて、前述したような環境が中断された。このような時に堆積した淡色の砂岩（試料No. 3, 6）やシルト岩（試料No. 5）には、硫化物は検出されないが、痕跡程度であり、硫黄も殆んど含まれていない。

常磐丘陵と多賀層群
須貝貫二氏ほか（1957）により提唱された多賀層群は、シルト岩を主とし、あいだに砂岩を挟有する岩相を示すが、図2に示すように、北部の福島県双葉郡富岡町からいわき市四倉までの地区と、南部のいわき市泉から茨城県日立市久慈町付近までの地区と、2つの地域にわかれて分布している。表2に示したように、多賀層群

はいわき市付近に分布する第三系のなかで、もっとも上位を占めて発達している。多賀層群の多くは鮮新世のものと考えられていたが、最近の浮遊性有孔虫や珪藻などの微化石の研究結果では、大半が中新世中～後期のものであると考えられている。

北部の地区に分布する多賀層群のうち、四倉付近に分布するものは四倉層とよばれ、久の浜以北に分布するものは下位より広野層、富岡層に区分されている。四倉層と富岡層は前節で述べた竜の口層に対比され、層相も竜の口層のシルト岩質の部分と砂岩質の部分とに、それぞれ類似している。一方、いわき市泉以南に分布する多賀層群のなかで、泉～植田付近に分布するものは照島層と称され、中新世後期から鮮新世初期の堆積層と考えられている。また、多賀付近における多賀層群は下位より下手綱層・小浜層に区分され、中新世中～後期の地層と考えられている。以上のように、北部の地区の多賀層群の上部（富岡層と四倉層）は竜の口層の延長にあたり、鮮新世のものと考えられるが、北部の地区の広野層や南部の多賀層群のほとんどは、より古い中新世中～後期ののものと考えられている。また、多賀層群はそれぞれの分布域の東側の太平洋の浅海底にも分布するが、海岸ちかくの海底で向斜構造を形成していると考えられている。

北部地区の多賀層群
北部の地区では、凝灰質シルト岩を主とし、あいだに砂岩の薄層や泥岩・砂岩の互層を挟有する。とくに、砂岩の優勢な地層は富岡層と広野層の下部に多い。今回、調査・分析を行った富岡層の試料（No. 7, 8）は、このような部分で、表3に示したように、pHは6～7で硫化物も検出されていない。

広野付近の富岡層下部には化石床型の貝化石群集が含まれている。このところの砂岩層や砂礫岩層中には、同時浸食によってもたらされた泥岩の礫がしばしば含まれる。貝化石群集はほとんどが浅海底棲である。富岡層のシルト岩には、一部の層準をのぞいて、底棲の水沢質の有孔虫化石は乏しいが、放散虫・珪藻・海綿骨針などの微化石などに富むことが知られている。一部の層準で豊富に含まれる底棲有孔虫群集は、その組成上の特徴からかん度の低い沿岸性の環境を示しているとされている。広野層は無層理のシルト岩からなり、産出する化石群集は比較的

安定した外洋性の浅海底の環境を示すと考えられている。

南部地区の多賀層群
南部の地区では、磯原以北の多賀層群は無層理のシルト岩からなり、含有される底棲の有孔虫化石群集はいずれも外洋性の浅海底における環境を示しているという。しかし、磯原以南のものは沿岸性の浅海底の環境（三角州的環境）を示していると考えられている（須貝貫二氏ほか、1957）。

多賀層群については、層位と層相の解析の上でなお多くの問題が残されているが、大局的には全体として沿岸域から外洋域にかけての浅海底における泥帯の堆積物を主としてしていると考えられる。おそらく、竜の口層の場合と類似の条件で堆積が行われ、泥帯の堆積物は還元状態で有機物量も多かったのではなかろうか。今回の調査・分析は、いわき市泉南方の照島層の一地点（試料No. 9, 10）のみであるが、泥岩・砂岩ともにpHは3～4と低く、硫化物が検出され硫黄も多い。露頭における性状からは同様の結果を予測させるところが多く、今後の検討がのぞまれる。

常磐丘陵と竜の尾層
この層は、北は福島県双葉郡大熊町から南は茨城県北茨城市付近まで分布している（図2）。いわき市平から泉付近までの地域でもっとも厚層で、広域にわたり分布している。この地区は、二ッ箭・湯の岳の両断層にはさまれた地域で、竜の尾層は約100mの厚さを有している。この地域の北方、南方および西方では薄層となっている。中新世前期の湯長谷層群中の一累層で、下位の水野谷層から漸移し、上位の平層によって整合におおわれている（表2）。

頁（泥）岩からなり、砂岩や凝灰岩の薄層をはさみ、層理は明瞭である。新鮮な露頭では暗灰色～帯紫灰色頁岩で、ある程度時間が経過した露頭では黄色い粉をまぶしたような状態となっている。かなり風化が進んだ露頭では灰白色になり、表面に褐色の渦巻状の模様を生じ、こまかい板状にはくりする。平～湯本の地域では珪質頁岩からなり、双葉や多賀の地域では珪藻質頁岩からなり、軟質で葉片状に成層して保存の良い放散虫や珪藻の化石を含む。多賀の南部や上遠野などの地域では珪藻質砂質頁岩からなっている。

薄層理を示す頁岩の堆積機構について、岩井淳

注1＝標式地における久保間層は、竜の口層の上に重なるものであることがあらためて確認されている。従って、久保間層の層名をこのような層位上の位置づけで扱うことは適当でないことになろう。しかし、この研究成果は未公表なので、竜の口層の下位に重なる含亜炭層を久保間層とする従来の定義にしたがっておく。

注2：デスモチルス＝大きな頭とがんじょうな四肢をもつ海生・草食性の絶滅動物。バクに似た形態で、海岸近くを遊泳、陸上にも上がったと推定される。中新世前期から鮮新世前期にかけて、北太平洋沿岸地域に分布していた。

一氏（1950）はつぎのように考えている。「薄層理を示す頁岩層は、リズムカルな珪藻質と碎屑性の堆積物からなり、碎屑性の堆積物の厚さは珪藻質の部分の1.5～2.0倍程度である。このようなリズムカルな堆積構造を示す頁岩は、深いしずかな海底で周期的に碎屑性と珪藻遺骸とが沈積し形成された。もっとも砂岩の薄層が挟有されているので、しばしば海流や波浪の影響をこうむるようになった。これらの砂岩層は1cm～数mの厚さで、最上部と最下部に厚いものがある。砂岩層の下位の頁岩層中には層間褶曲があったり、同時浸食による凹突面がある。」

竜の尾層中には数～30cmの厚さで、凝灰岩がはさまれていることも注目される。

竜の尾層は、デスモチルス（注2）の産出層としてもよく知られているが、その他の種類の化石も多い。Acila exima, Yoldia tokunagai, Lucinoma kamenooensisなどの泥帯に生息する二枚貝の化石が産出する。これらの化石は石灰質の殻は消失し、おしつぶされている。このほか、サメの歯・魚鱗・魚骨片・ウニなどの化石のほか、珪藻・放散虫・海綿骨針などの微化石もよく産出する。また、植田～勿来付近では、Liquidambar, Fagusなどの広葉樹の保存の良い葉片化石もよく産出する。このように、竜の尾層にはさまざまな生物の遺骸が多く含まれているという特徴を示している。

以上に述べてきた層相や化石相の特徴から、竜の尾層は、しばしば中断的に海流や波浪の影響をうけ砂岩層が堆積したが、全体としては深い（波浪や海流の作用のとどかない深度）しずかな泥帯の海底で堆積したと考えられる。珪藻などの遺骸が主として沈積する時期と碎屑性の堆積物が沈積する時期とが周期的にくりかえしていた。そして、少なくとも泥帯の泥質堆積物には還元状態がつよくあらわれていたと推測される。調査・分析試料（No.11,12,13）においても、頁岩からは硫化物が検出され硫黄含有量も多いが、シルト質砂岩からは硫化物は検出されず硫黄含有量もきわめてわずかで、このような環境を裏づけている。

また、珪藻などの珪質のものの異常な発達には、東北日本における中新世前期の火山活動の影響によって生じたのではないかと考えられている。もっとも、いわき市周辺で竜の尾層と同時期の火山噴出岩類はみいだされてはいないが、竜の尾層中に挟有される凝灰岩層からみても注

目すべき点の一つであろう。

竜の尾層の層厚と層相の変化の有様や植田～勿来付近から陸上の植物がよく産出することなどからみると、平～湯本地区に堆積盆の中心部があり、その北・南・西の三方側に堆積盆の縁辺部が存在したような古地理的状态が復元されるようにみえる。もしそうだとすると、竜の尾層の堆積期には、平～湯本の地区を中心とし、NW～SEあるいはNNW～SSE方向に長軸を有する湾入地形が生じていたとも推測される。

なお、竜の尾層の上位に重なる平層中の木谷泥岩層中の泥岩は、竜の尾層中の頁岩とことなった岩相と化石相とを有することが知られている。今回の調査・分析でも、表3に示したように、竜の尾層中の頁岩とことなる特徴を示している。

木谷泥岩層は海底の堆積物であるが、ある程度波浪や海流の作用が働くなど、環状状態が生じにくい状態だったのかもしれない。

また、竜の尾層の下位の水野谷層中の泥岩には、竜の尾層中の頁岩の場合と類似した性質を有するものがみられる（試料No.16）。おそらく、竜の尾層と類似の環境下の堆積物であろうと推測されるが、詳細は今後の検討が必要であろう。

さいごに

以上、考察の対象としてきたような、pHが低

く、硫化物も含み、硫黄も多く含むような泥質岩からなる地層は、東北地方においては太平洋沿岸の丘陵地域にのみ発達しているわけではなさそうである。グリーンタフ地域の新第三系のなかにも多くみだされるであろう。日本海沿岸地域では、秋田県の船川層や新潟県寺泊層ほかの地層があげられよう。内陸山間盆地域では、新庄盆地の古口層や会津盆地の漆塗層上部などがあげられるであろう。これら各層中の泥岩は、いずれも暗灰色～黒色で有機物を多量に含み、露頭ではしばしば黄色い粉をまぶしたような析出物を生ずるような特徴を示している。おそらく、少し規模の大きい内海あるいは多島海などのような還元環境下の産物ではなかったかと推測されるのである。

pHが低く、硫化物を含み、硫黄も多く含有する泥質岩からなる地層は、内湾とか潟とかの還元環境の卓越した海底などのほかに、有機物の量や堆積条件によっては外洋性の浅海底でも形成されるのであろう。詳細は今後の検討を要する点が多いが、上にのべたような特徴を有する泥質岩層が、丘陵域などの人間の生活と深くかわっている場に意外と広く分布していることも事実である。自然の開発や災害の対策の上でもゆるがせにできないことがらの一つであろう。

表3 - 相双丘陵および常磐丘陵の泥質岩などの腐食性調査 <久保田鉄工パイプエンジニアリング部

	層名	調査地	試料No.	岩質 (土質)	色	比抵抗 Ω cm	pH(H ₂ O ₂)	電位 mV	水分 %	硫化物	硫黄含有 率 %	抽出水		
												SO ₄ ²⁻ mg/ℓ	Cl ⁻ mg/ℓ	蒸発残留物 mg/ℓ
相双丘陵	竜の口層	原町市 天狗田	1	シルト岩	暗灰	640	3.1(2)	-103	57	検出	0.26	857	20	1392
			2	シルト岩	灰	532	2.9(2)	-135	49	検出	0.53	976	22	1574
			3	砂岩	茶	6270	3.8(6)	399	28	なし	0.01	44	7	106
		原町市 前谷地西	4	シルト岩	暗灰	285	3.0(1-2)	-109	50	検出	0.56	915	10	1500
			5	シルト岩	灰青	2110	5.3(5)	219	45	痕跡	0.01	31	12	236
			6	砂岩	茶	11500	5.9(6)	355	31	なし	0.01	5	8	90
常磐丘陵	多賀層群 北部地区	富岡層	7	シルト岩	淡茶	4810	6.3(6)	299	55	なし	0.01	8	9	148
			8	砂岩	茶	46500	6.6(7)	534	6	なし	0.01	4	4	30
	多賀層群 南部地区	照島層	9	泥岩	黄褐	370	3.0(3)	171	50	検出	0.55	3800	19	5836
			10	砂岩	黄褐	280	3.4(4)	155	24	検出	0.24	314	11	556
	湯長谷 層群	竜の尾層	11	頁岩	暗灰	350	3.0(2)	81	36	検出	0.94	1787	10	2814
			12	シルト岩 砂岩	淡灰	2230	3.8(4)	141	22	なし	0.09	128	6	254
			13	頁岩	灰白	750	4.8(3)	259	23	検出	0.83	850	6	1336
		木谷泥岩層	14	泥岩	灰褐	1130	6.6(6)	187	47	検出	0.02	6	5	268
			15	シルト岩	灰黄	1650	5.9(4)	275	10	検出	0.02	55	8	208
		水野谷層	16	泥岩	暗灰	460	3.3(1)	99	26	検出	2.77	2263	0	3546

<注>測定方法は裏表紙裏面に記載