

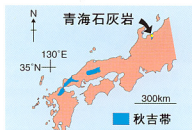
九州北部から中国地方、新潟県青海地域に分布する秋吉帯には、石炭-ペルム系の巨大石灰岩体が多数含まれている。それらは塩基性火山岩類の上位に、炭酸カルシウムの純度が極めて高い礫性石灰岩が数100m以上の厚さで連続する特異な石灰岩体である。このような石灰岩は海洋プレート上の海山頂部に堆積したものと考えられ、一般に海山型石灰岩と呼ばれている。世界的には陸棚に堆積した石灰岩が多いなかで、このような海山起源の石灰岩は事例が少なく、学術的にも大変貴重である。ここでは秋吉帯海山型石灰岩のひとつ、新潟県青海石灰岩を例に挙げ、石灰岩の岩相と石炭紀の礁を形成した生物について紹介する。

<地質調査所 環境地質部 中澤 努>



1. 青海石灰岩の中核部を占める黒姫山(1,221.5m)。全山が石灰岩からなる独立峰で、石灰石埋蔵量は200億t以上といわれる。

2. 石灰石鉱山の採掘切羽。我が国において石灰石資源は海山型石灰岩を利用していることが多い。秋吉帯の海山型石灰岩にも年間出鉱量が数100万tに及ぶ石灰石鉱山が点在する。そのほとんどの鉱山で採掘には露天掘り階段採掘法が採用されている。

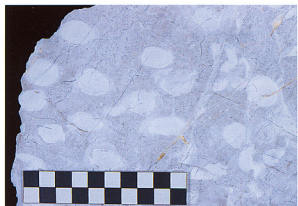


3. 現在の大規模石灰石鉱山では、大型重機を用いて効率的な採掘を行っている。発破によって破碎された鉱石は大型重機によって掘削運搬される。ダンプのタイヤ径は約3m。

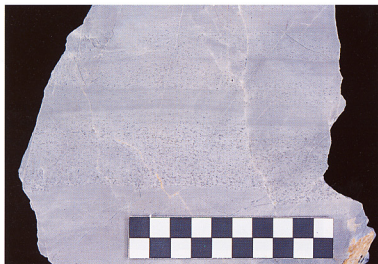


4. 大型ダンプによって運搬された鉱石は、採掘切羽から鉛直下方に向け掘削設置された立坑に投入される。立坑は複数設置されており、鉱石の品位により投入する立坑を分ける。立坑に投入された鉱石は地下で一次破碎された後、山麓の破碎プラントにベルトコンベアで運ばれる。それぞれの品位とサイズに分けられた石灰石はセメント工場、化学工場などに原料として運ばれ、一部は骨材としても使用される。

秋吉帯海山型石灰岩の特徴



5. 青海石灰岩をはじめとする秋吉帯の海山型石灰岩(左)は灰白色を呈し、炭酸カルシウムの含有量は98%以上がふつうである。一方、陸棚に堆積した同時期の石灰岩(右:糸魚川市土倉沢産石灰岩)は不純物を多く含み、黒色を呈することが多い。両写真ともスケールは全体で10cm。



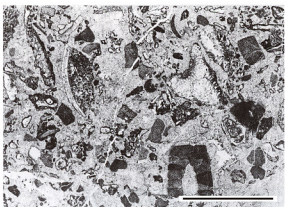
6. 青海石灰岩においても、写真のような緻化層理が発達した石灰岩は珪質の海綿骨針を含むことが多く、 SiO_2 含有量が数%に及ぶこともある。一部ではチャートも挟在する。このような石灰岩は化学用原料としては適さず、すべてセメント用原料として使用される。効率的な選別採掘を行うには、このような石灰岩の識別と詳細な分布を把握することが重要である。スケールは全体で10cm。

7. 石灰岩の露頭写真。秋吉帯の石灰岩は塊状無層理で露頭観察は困難な場合が多いが、ほどよく風化された露頭面では、堆積構造、化石の産状が観察できる。写真では四射サンゴ(白い円形状の部分)とそれに付着するケーテテス類(硬骨海綿:四射サンゴ周辺の濃いグレーの部分)が生息状態を保ったまま保存されている。このような石灰岩を原地性礁石灰岩(boundstone)という。

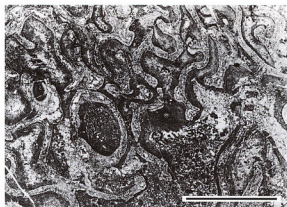


青海石灰岩のさまざまな岩相

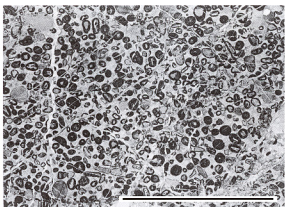
青海石灰岩の岩石薄片写真。肉眼ではすべて同じように見える石灰岩も、岩石薄片で観察するときさまざまな種類があることがわかる。青海石灰岩では、大局的に東から西にむけて礫質、原地性、砂質、泥質の石灰岩の分布が卓越している。このような岩相の分布様式は生物礁複合体と考えられ、東よりそれぞれ礁前面から礁湖の環境を復元することができる。スケールバーはすべて1cm。



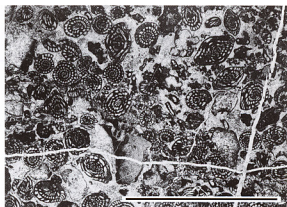
8. Bioclastic grainstone/rudstone. コケムシやウミユリなど多様な生物遺骸片を含む礫質な石灰岩。



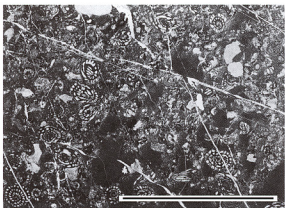
9. Phylloid algal boundstone. 葉状の石灰藻(波状に褶曲している部分)からなる原地性礁石灰岩。



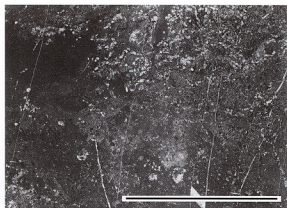
10. Oolitic grainstone. オーイド(暗色の被膜のある粒子)からなる砂質石灰岩。



11. Fusulinid grainstone. フズリナ類(有孔虫のなかま: 渦巻き状のもの)を多く含む砂質石灰岩。



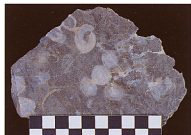
12. Fusulinid packstone. フズリナ類を含み、石灰泥からなる石灰岩。



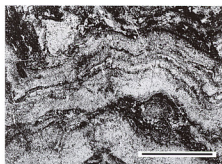
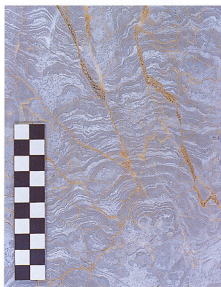
13. Peloidal wackestone/mudstone. ペロイド(暗色均質の小さな粒子、動物の糞粒子であることが多いといわれる。)を含む石灰泥からなる石灰岩。

石炭紀の礁を形成した生物

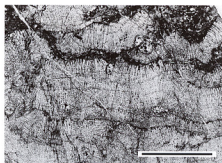
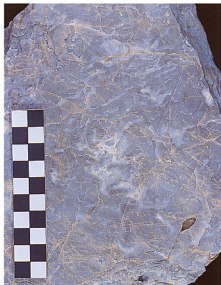
秋吉帯の海山型石灰岩は、石炭紀古世からペルム紀中世までの約1億年の間、海山の沈降に伴いほぼ連続的に堆積しているため、石灰岩中にはその間の生物進化、海洋環境の変遷が連続的に記録されている。石炭紀に限っても、礁を形成した生物は、時代とともにウミユリ・コケムシ・四射サンゴから、ストロマトライト形成者、ケーターテス類、石灰藻類へと変化している。これらの変遷は堆積環境を問わず認められること、およびその時間オーダー（それぞれの繁栄期間が数～10数m.y.）から、造礁生物の進化による変遷と考えられる。ここではその主なものを紹介する。



14. 四射サンゴとコケムシの薄い被覆からなる原地性礁石灰岩、四射サンゴの成長方向に垂直な断面、四射サンゴは円形の白い部分、コケムシは肉眼では観察は困難、石炭紀古世にはウミユリやコケムシが繁栄しているが、それらは堆積物供給者として重要であり、礁を造る能力は小さい。その他は写真のような四射サンゴが堆積物をせき止めていた程度である。スケールは全体で10cm.



15. ストロマトライト石灰岩の研磨面写真(左:スケールは全体で10cm)とその岩石薄片写真(上:スケールバーは1cm)。両写真とも成長方向に平行な断面。写真上が成長方向、石炭紀中世前期(Bashkirian)になると、ストロマトライトを形成する生物が出現する。このストロマトライトは、分類群不明の生物(岩石薄片写真における透明な部分)とシアノバクテリア(同様の暗色の部分)の互層からなっている。これらの生物は波浪に抵抗しうる大規模な構造物を形成し、礁を形成したものと考えられる。



16. ケーターテス類からなる石灰岩の研磨面写真(左:スケールは全体で10cm)とその岩石薄片写真(上:スケールバーは1cm)。両写真とも成長方向に平行な断面。写真上が成長方向、石炭紀中世後期(Moscovian)になると、ケーターテス類(硬骨海綿)が繁栄する。ケーターテス類は多様な成長形態をとり、さまざまな環境に適応することができた。その結果、石炭紀中世の礁の中心的な役割を担うことになった。写真は、礁前面に発達する層状のケーターテス類。