

天然物の遠赤外放射特性

尾谷 賢

Property of Far-Infrared Radiant Energy of Natural Minerals .

Masaru OTANI

抄 録

加熱・乾燥など多くの分野で使用されている遠赤外放射材料は、その用途から耐熱性が必要なため、無機物が多く用いられている。これらの一次原料として天然物の利用が考えられる事から、主に道内で採取した30種余の試料について放射特性を測定した。その結果、放射特性は試料の主構成元素およびアニオン種に支配されており、その結晶性にはあまり影響を受けず、主要元素が多成分の場合、その組み合わせにより種々異なる等の特性を把握、放射材料設計の指針を得る事ができた。

1. はじめに

遠赤外はその放射による伝熱の特徴を生かし、加熱・乾燥など多くの分野に応用が提案され、実用化されており、用いられる放射材料に関しても既に多くの総説が報告されている¹⁾。それら遠赤外放射材料の多くは、その用途から耐熱性が必要なため殆どが無機材料であり、その一次原料として天然物の利用が考えられる。しかしながら、これまで天然物の遠赤外分光放射特性に関する報告はあまり見られない。

本報告は、主に北海道で採取された天然鉱物を中心に約30種余りの放射特性について検討を行った。

2. 試料及び試験方法

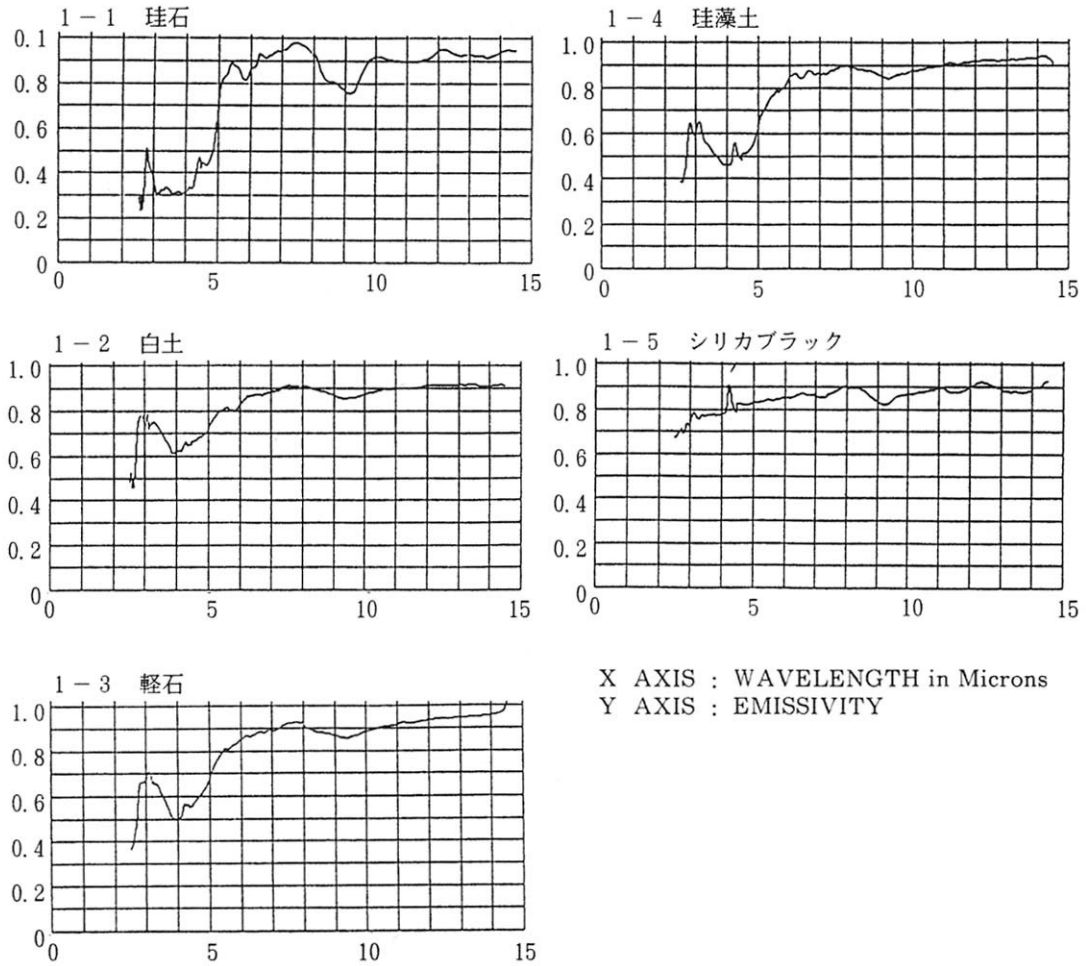
本試験に用いた試料の一覧を表1に示す。

赤外分光放射率はCVF法によるMINARAD SYSTEM社製SA200を用い測定し、放射の一次標準(黒体炉)はCI社製SR2-23を用いた²⁾。測定試料の調整は、200メッシュ以下に粉碎した試料を、蒸留水にてスラリー状にし、鋼板(SS41 50×50×0.8mm)に膜厚数百μm程度に塗布し、一昼夜風乾を行った。試料の加熱は放射エネルギー測定用ヒーター(縦置き 100×100mm)を用い、試料と加熱面にカーボンシートを挟み、クリップで固定し行った。試料表面温度は予め鋼板に接着したKタイプ熱電対(線径0.1mmφ)を用い測定した。測定温度は150℃である。

表1 遠赤外分光放射率測定試料

試料名	主成分 (wt %), (備考)
(1) 珪石	SiO ₂ 97~99
(2) 白土	SiO ₂ 88~90, Al ₂ O ₃
(3) 軽石	SiO ₂ , Al ₂ O ₃
(4) 珪藻土	SiO ₂ 85~88, Al ₂ O ₃ 5
(5) シリカブラック	SiO ₂ 82, Al ₂ O ₃ 6, C 5
(6) 炭素	C (木質系)
(7) バーライト	SiO ₂ 70~75, Al ₂ O ₃ 12
(8) 黄岩	SiO ₂ 60, Al ₂ O ₃ 18
(9) ゼオライト	SiO ₂ 65, Al ₂ O ₃ 15
(10) 野幌粘土	SiO ₂ 60, Al ₂ O ₃ 19
(11) フライアッシュ ²⁾	SiO ₂ 45, Al ₂ O ₃ 20 (オーストラリア炭)
(12) カオリン	SiO ₂ 45, Al ₂ O ₃ 35
(13) ベントナイト	SiO ₂ , Al ₂ O ₃ , MgO
(14) 水酸化マグシウム	Mg(OH) ₂
(15) マグネサイト	MgCO ₃
(16) マグネシヤ	MgO
(17) 水酸化カルシウム	Ca(OH) ₂
(18) 石灰石	CaCO ₃
(19) セッココ	CaSO ₄
(20) アバタイト	Ca ₃ (PO ₄) ₂
(21) タルク	SiO ₂ 60~65, MgO 30~35
(22) かんらん岩	SiO ₂ 50, MgO 50
(23) コージェライト	2 MgO, 2 Al ₂ O ₃ , 5 SiO ₂
(24) セピオライト ¹⁾	SiO ₂ 53, MgO 15~25
(25) ドロマイト	CaCO ₃ ・MgCO ₃
(26) 珪灰石	CaO, SiO ₂
(27) 珪酸ジルコン	ZrO ₂ , SiO ₂
(28) ジルコン	ZrO ₂
(29) 長石	(Na, K) ₂ O, Al ₂ O ₃ , 5 SiO ₂
(30) 赤泥 ²⁾	Fe ₂ O ₃ 40, Al ₂ O ₃ 20, SiO ₂ 15
(31) 赤レンガ	(酸化雰囲気焼成)
(32) 黒レンガ	(還元雰囲気焼成)

1) 道外産 2) 産業廃棄物 (組成割合はおおよその目安)



X AXIS : WAVELENGTH in Microns
Y AXIS : EMISSIVITY

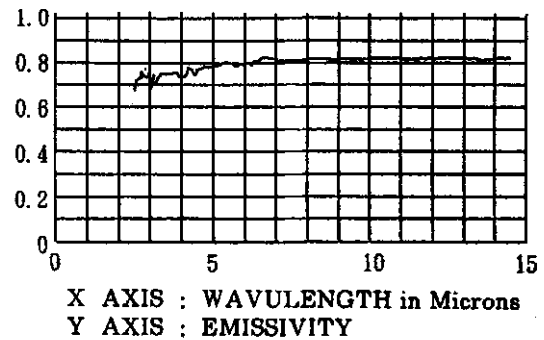
図1 珪酸化合物の遠赤外分光放射率

3. 結果及び考察

3.1 シリカを主成分とする鉱物の遠赤外放射特性

シリカが主成分である5種類の鉱物の放射特性を図1に示す。

シリカの結晶度は珪石、シリカブラック、白土の順に高く、軽石、珪藻土は非晶質シリカからなる。また、シリカブラックとは5%前後の炭素を含む珪酸から成っている。いずれもSiO₂に起因する9.2μm付近での放射率の低下が見られ、特に珪石では顕著に現れている。シリカブラックを除く4種の鉱物はほぼ同様の放射特性を示しており、結晶性は放射特性に余り関与しないものと思われる。シリカブラックは低波長側での放射率の低下がみられず、全波長域にわたりフラットな放射率を示している。これは、図2に示した木質系炭素の放射特性と良く似た傾向を示す事から、5%程度含まれている炭素の影響と考えられる。



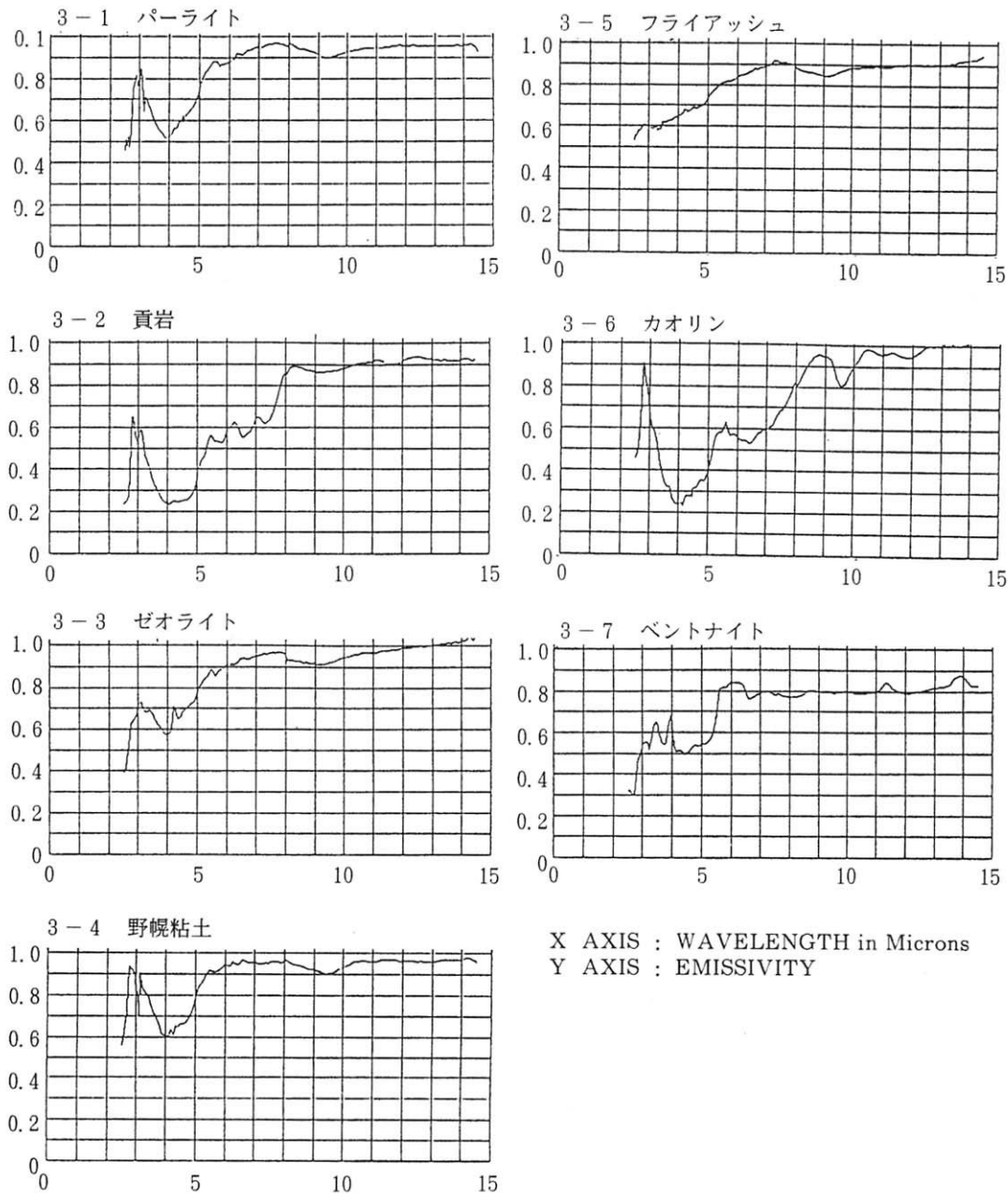
X AXIS : WAVELENGTH in Microns
Y AXIS : EMISSIVITY

図2 炭素の遠赤外分光放射率

3.2 アルミノ珪酸塩鉱物の遠赤外放射特性

天然物の中で比較的多い鉱物にアルミノ珪酸塩鉱物があ

る。これら6種の鉱物と成分組成が同一なフライアッシュを珪酸分の多い順に図3に示す。



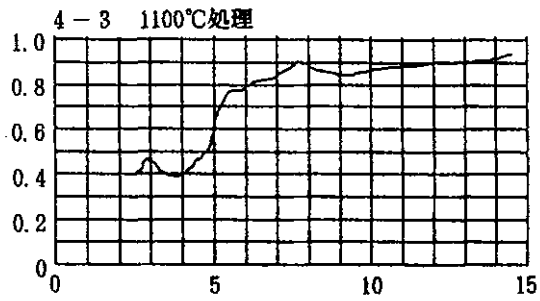
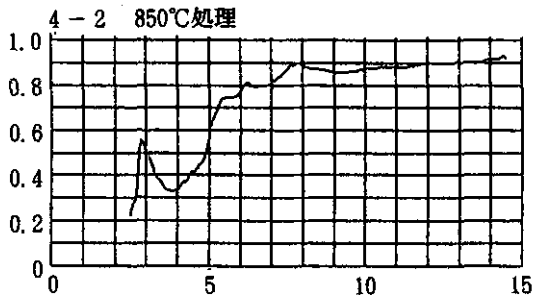
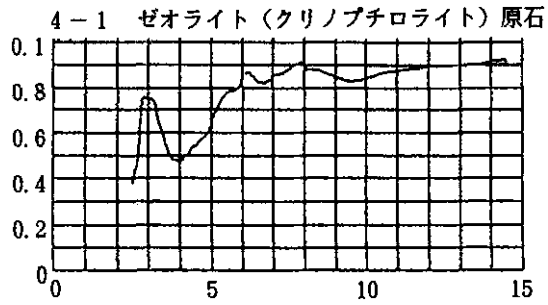
X AXIS : WAVELENGTH in Microns
Y AXIS : EMISSIVITY

図3 アルミノ珪酸塩の遠赤外分光放射率

フライアッシュを除く鉱物では、4 μm 付近から高放射率に移行する立ち上がりの違いにより、頁岩・カオリンとパーライト・ゼオライト・野幌粘土・ベントナイトのグループに分けられる。前者は比較的緩やかな放射率の上昇を示すが、後者は5～6 μm で急激な上昇を示す。成分的にほぼ同様のフライアッシュは2～5 μm の低波長領域で顕著な違いを示した。これは未燃炭素の影響と思われる。また、これらいずれの試料も3.1項で述べたシリカに起因すると思われる9.2 μm 付近での放射率の低下を示した。

次に、ゼオライトを用い結晶性と放射特性との関係を検討

した。その結果を図4に示す。天然ゼオライト(クリノプチロライト)は700℃以上で熱処理をする事により徐々にゼオライト構造を消失し、1000℃を越える熱処理ではゼオライトからクリストバライトに移行する³⁾。原石、850℃および1100℃熱処理物いずれも低波長域での3 μm を除き、ほとんど全体の放射特性に変化がなく、3.1項の結果からも結晶構造は放射特性に大きな影響を示さないものと考えられ、これは材料設計を行ううえで重要な要素と思われる。

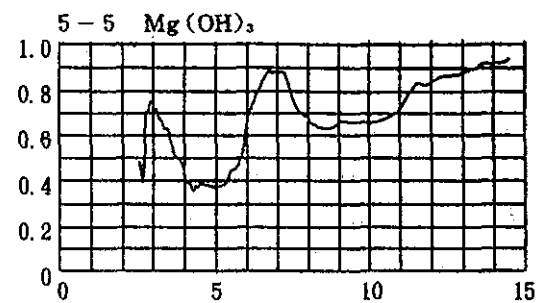
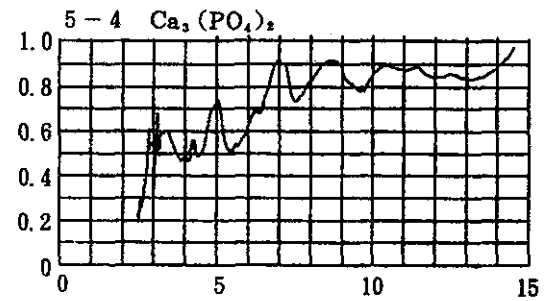
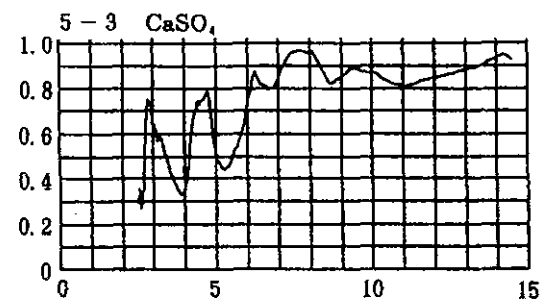
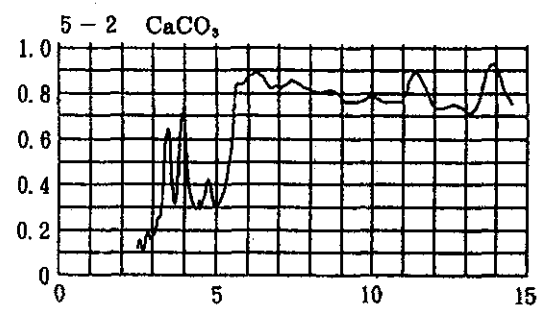
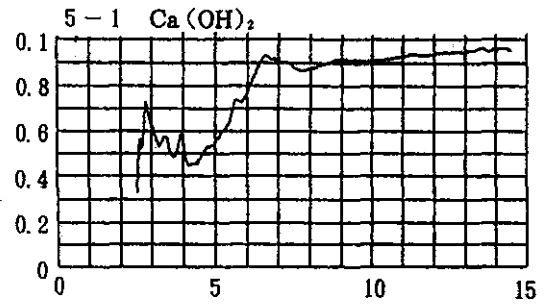


X AXIS : WAVELENGTH in Microns
Y AXIS : EMISSIVITY

図4 ゼオライトの遠赤外分光放射率

3.3 カルシウム、マグネシウム各種塩の遠赤外放射特性

マグネシウム、カルシウムの各種塩を用い、アニオンの放射特性に及ぼす影響を検討した。その結果を図5に示す。マグネシウム、カルシウム共にアニオン種が放射特性に大きな影響を与えており、またマグネサイト、カルサイトの比較より3.4, 3.9, 11.4, 14 μ mの高い放射率は炭酸塩に起因するものと思われる。これらの結果より、放射特性のパターンから塩類をある程度推察する事は可能であり、材料設計にも応用できるものと思われる。



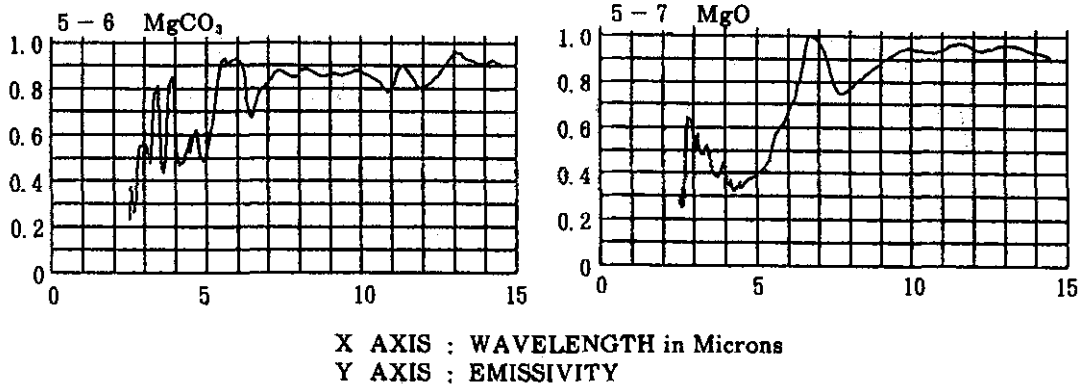


図5 カルシウム、マグネシウム化合物の遠赤外分光放射率

3.4 シリカ-マグネシア系鉱物の遠赤外放射特性

シリカ-マグネシア系鉱物の放射特性を図6に示す。タルク、かんらん岩はほとんど同様の放射パターンを示し、3.2項で報告したシリカ-アルミナ系とも良く似た放射特性であった。これは主成分であるシリカの放射特性が支配的である事

を示している。さらに遠赤放射材料として広く用いられているコーゼライトも同様な放射特性を示した。しかしながら、主要元素が同じセピオライトはそれらとは全く違ったパターンを示し、これは3.3項で考察したようにアニオンの違いにより、セピオライトの水酸基の影響と思われる。

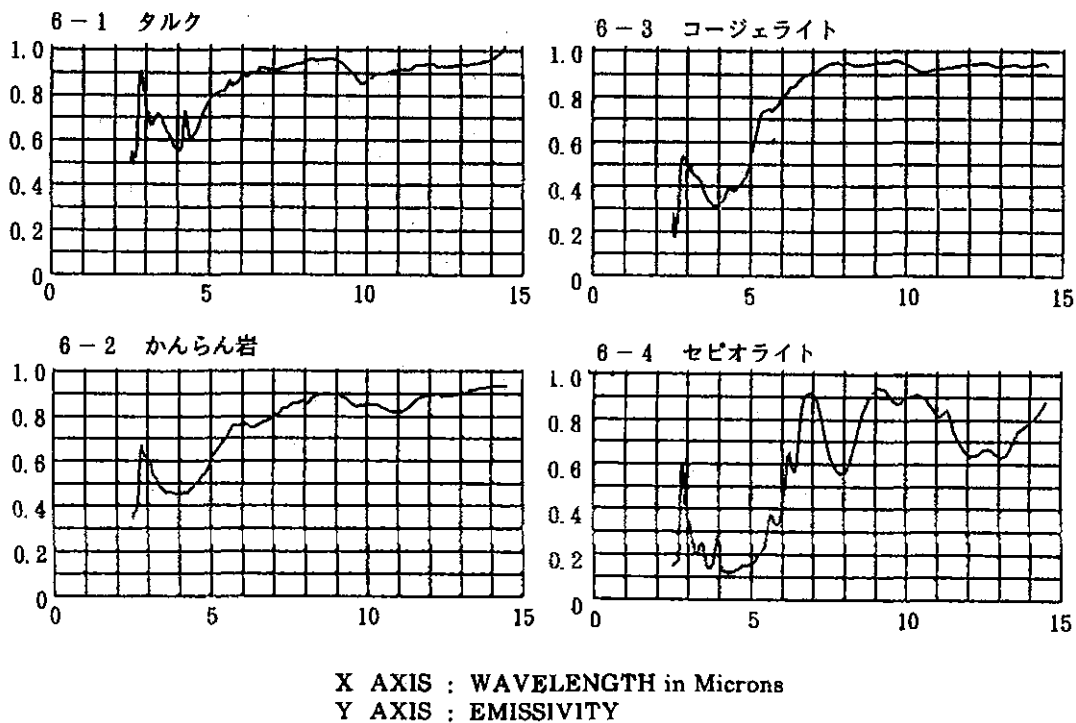


図6 マグネシウム珪酸塩の遠赤外分光放射率

3.5 その他の鉱物及び焼成物の遠赤外放射特性

天然物及びその加工値（赤泥、レンガ）の放射特性を図7に示す。ドロマイトはマグネサイト（図5-2）、カルサイト（図5-6）双方の特徴をそのまま示し、珪灰石はシリカの放射パターンを示した。一方、珪酸ジルコンではシリカ系とジルコンとの比較よりジルコニアの特性が支配的である事が分かった。この様に主構成元素が複数の場合、どちらの元素の特性がより反映されるかはその組み合わせにより一様では

ない。

アルミノ珪酸塩鉱物に分類され窯業製品として身近にある長石（焼き物の釉薬）、レンガはいずれも3.1項の放射パターンを示した。また、レンガの焼成方法の違いによる、通称赤レンガ（酸化雰囲気焼成）と黒レンガ（還元雰囲気焼成）の比較では低波長域での放射線性に微妙な違いを示した。これらも今後の材料設計において興味のあるところである。

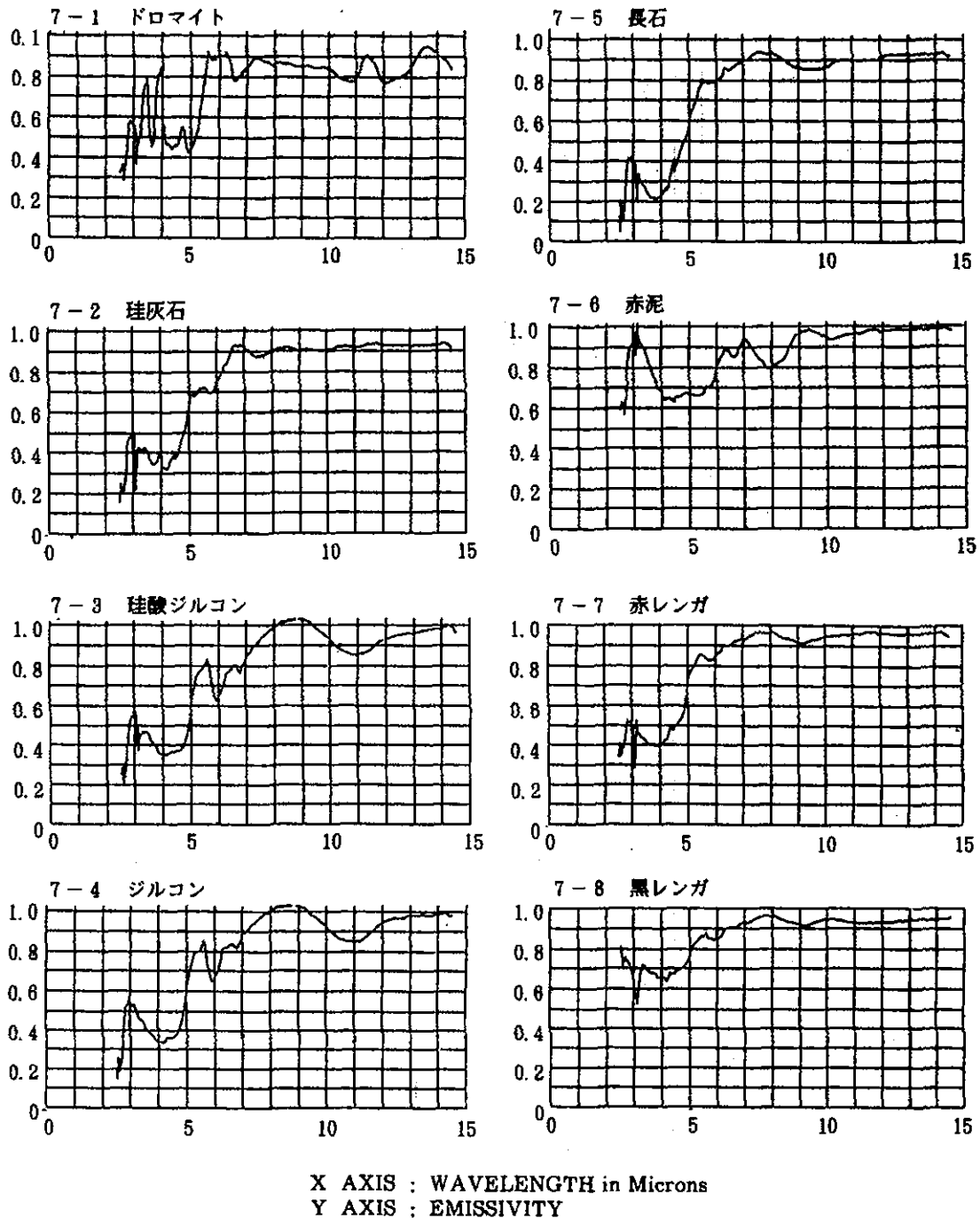


図7 各種鉱物および焼成物の遠赤外分光放射率

4. まとめ

主に北海道で採取された天然鉱物を中心に30種余りの遠赤外放射特性について検討を行った。

その結果、放射特性はその構成元素によりほぼ決定され、結晶性は余り放射特性に寄与しない事がわかった。主構成元素が多元素の場合、どちらの特性がより反映されるかはその組み合わせにより一様ではなく、またアニオン種が放射特性に比較的大きな影響を与えることが分かった。これらの結果

から、各種天然物は遠赤外放射材料の原料として利用可能であり、それらを各種組み合わせることにより、放射特性の設計においてもある程度可能であることが示された。

最後に本研究を進めるに当たり、試料の提供ならびに助言を頂いた、化学技術部 高田忠彦主任研究員、皿井博美製品開発科長、企画調整部 長野伸泰企画調整係長に深く感謝の意を表します。

引用文献

1) 例えば

高島廣夫著：「遠赤外線の利用とその技術」，応用技術出版（1986）

日本電熱協会編：電熱，No.22，p 1（1985）

清水他著：「遠赤外線利用の最新技術」，工業技術会出版（1988）

日本ファインセラミックス協会編：「遠赤外線セラミックスの技術基盤の整備に関する調査研究」，産業研究所（1988）など

2) 尾谷他：北海道立工業試験場報告，No.278, p115（1988）

3) 荒木他：北海道立工業試験場報告，No.170, p37（1966）

本田他：北海道立工業試験場報告，No.276, p 1（1978）