

画像解析による有機物の「熱変質指標」の数量化 及び統一化と堆積盆解析への応用

(05640543)

平成6年度科学研究費補助金 (一般研究C) 研究成果報告書

平成7年3月

研究代表者 氏家良博
(弘前大学教養部教授)

課題：画像解析による有機物の「熱変質指標」の数量化及び統一化と堆積盆
解析への応用

課題番号：05640543

研究組織

研究代表者：氏家良博 (弘前大学教養部教授)

研究経費

平成5年度	1600千円
平成6年度	400千円
計	2000千円

研究発表

(1) 学会誌等

氏家良博：津軽盆地における石油根源岩評価。石油技術協会誌、
58巻、4号、1993年7月

Ujiie, Y.: Petroleum source rocks from the Neogene Tsugaru
Basin in Honshu, Japan. American Association of
Petroleum Geologists Bulletin, vol. 79, No. 6, 1995,
June (in print)

[2] 口頭発表

氏家良博：津軽地域における石油根源岩評価。有機地球化学研究
会、1993年7月29日

氏家良博：画像処理による Thermal Alteration Indexの数值測定。
石油技術協会、1994年6月10日

氏家良博：有機熟成指標、Thermal Alteration Indexの数值化と、

(3) 出版物

氏家良博：石油地質学概論〔第2版〕。東海大学出版会、1994年

研究成果

石油探鉱の分野では、石油根源岩中に含まれる有機物の続成変化の程度、すなわち有機熟成度を現わす指標として「熱変質指標 (Thermal Alteration Index)」が広く採用されている。有機物、特に花粉や胞子は、続成作用の影響を受けて、その色調を黄色→橙色→褐色→黒色へと変化させる。この色調変化を生物顕微鏡下で観察し、その色調から有機熟成度を示す熱変質指標は、高価な分析機械も必要とせず、高度な測定技術も必要なく、簡便で経済的なものである。しかし、顕微鏡下での有機物の色調の変化の測定は、定性的なものに見なされ、研究者個人や個々の研究所で独自の主観的な熟成尺度が採用されている。そのため、研究者や研究所の間での測定結果の直接的な対比が不可能な状況である。本研究は、この様な熱変質指標の欠点を補い、誰もが認めうる客観的で定量的な熟成尺度を確立することを目標とした。具体的には、顕微鏡に接続したコンピュータ上において高速画像解析システムにより、有機物の輝度を測定し、その結果を信頼性の最も高い熟成指標であるピトリナイトの反射率と比較検討した。

試錐や地表から採集した泥質岩試料約300個から花粉・胞子化石や不溶性有機物を取りだし、その輝度を顕微鏡に装着した画像処理システム（オリンパス光学、TVIP 4100型）で計測した（図1）。輝度測定で得られる数値は最大値、最小値、平均値、標準偏差値、積分値、最頻値（最も頻度の高い輝度の値）である（図2）。その中では、測定する花粉粒子等の大きさ、黄鉄鉱等の花粉粒子の包有物の影響を一番受けにくく、有機熟成指標となり得るのは、最頻値であった。そこで、各種花粉・胞子化石、不溶性有機物の輝度最頻値を測定し、その値を同一試料中に含まれるピトリナイトの反射率（ R_0 ）と比較検討した。その結果、マツ属（*Pinus*）とツガ属（*Tsuga*）の花粉粒子、及び不定形質ケロジェン（lumpy amorphous kerogen）の輝度最頻値が、

ビトリナイト反射率の増大にともない、減少傾向を示すことが判明した（図3、4、5）。特に、マツ属とツガ属の花粉粒子の輝度は、極めてよく似た熟成変化を示し、同一の熟成度では、ほぼ同じ値を示すことが明らかになった（図6）。以上の検討結果から、マツ属とツガ属の花粉粒子の輝度最頻値を、第一の数値化した熟変質指標と考えた。

さらに、実際の天然での応用例として、試錐と地表ルートにおける石油生成帯の推定を試みた。石油生成帯の敷居点（石油の生成が始まる段階）は、ビトリナイトの反射率では0.5%であるので、それに対応するマツ属とツガ属の花粉粒子の輝度最頻値は120～130である（図6）。実際に1本の試錐から回収された一連のコア試料に含まれるマツ属とツガ属の花粉粒子の輝度最頻値を測定し、その値から石油生成帯を推定した（図7）。この試錐では、更新統～中新統が5000m連続して堆積している。深度の増大にともない、輝度最頻値は大きく減少の傾向を示すが、同一の深度でも分散した値を示し、明瞭に石油生成帯の敷居点を特定することは不可能であった。しかし、深度3000～3900m付近で値は大きく減少しており、その間に敷居点を突破したことが解る。一方、ビトリナイトの反射率は、4000m付近まで連続的に増大し、石油生成帯の敷居点は3000m付近と推定できる。マツ属とツガ属の花粉粒子の輝度最頻値からの推定と、ビトリナイトの反射率からの推定とは調和的であると、結論できる。

次に、新第三紀津軽堆積盆地の南西部に位置する中村川ルートで検証した。このルートでは新第三系が1400m以上にわたり連続的に堆積している。泥質の露頭試料から採集したビトリナイトの反射率の値は、400mまで増大せず、分散はあるが600m付近から大きな値をとるように見える。しかし、最大でも0.44%で、石油生成帯の敷居点まで達しておらず、全体に未熟成を示す（図8）。一方、花粉粒子の輝度最頻値は、特にツガ属の値は、600m付近で急減し、1000m付近で再び増大するなど、ビトリナイトの反射率との逆相関を示している。

以上のように、同一熟成度での分散はあるが、マツ属とツガ属の花粉粒子の輝度最頻値は、ビトリナイトの反射率と同様に、有機熟成指標としての有効性が実証できた。これらの内容は、石油技術協会と日本地質学会での講演

会で発表した。

次に、この分散の問題を考えた。同一の熟成段階での指標の値の分散は、輝度だけの問題ではなく、ほとんど全ての熟成指標に存在し、ピトリナイトの反射率にも、存在する。それは同一層準に存在する有機物粒子でも、その一つ一つで微妙に異なる熱履歴を受けるからであろう。従って、この問題を克服するには、同一試料中で多くの有機物の測定を行い、統計的に処理することである。図9は、ピトリナイト反射率が0.50%の泥岩試料(コア)1個から15枚の顕微鏡用プレパラートを作成し、その中に含まれているマツ属とツガ属の花粉粒子50個の輝度最頻値を測定した結果である。TAI値(輝度最頻値)が50、90、110近くにピークをもつものは、より古い堆積岩中から洗い出され二次的に再堆積した花粉であろう。従って、この泥岩本来の花粉は、120~160のTAI値を示すものであり、それらのTAI値は140にピークをもつ正規分布状を示す。この試料のTAI値は、正規分布状の値の平均値である、137ということになる。再堆積を含む同様の数値分布は、ピトリナイトの反射率でも認められており、同じ様な方法で算出されている。

これらの測定結果から、マツ属及びツガ属の花粉粒子の輝度最頻値を多数測定後、統計的に処理すれば、ピトリナイトの反射率と同様の有機熟成指標として利用できることが判明した。今後は、この様な方法で測定した輝度最頻値とピトリナイトの反射率との対比を試み、そこから石油生成帯の敷居点等の値を決定し、実際の野外における調査に応用したいと考えている。

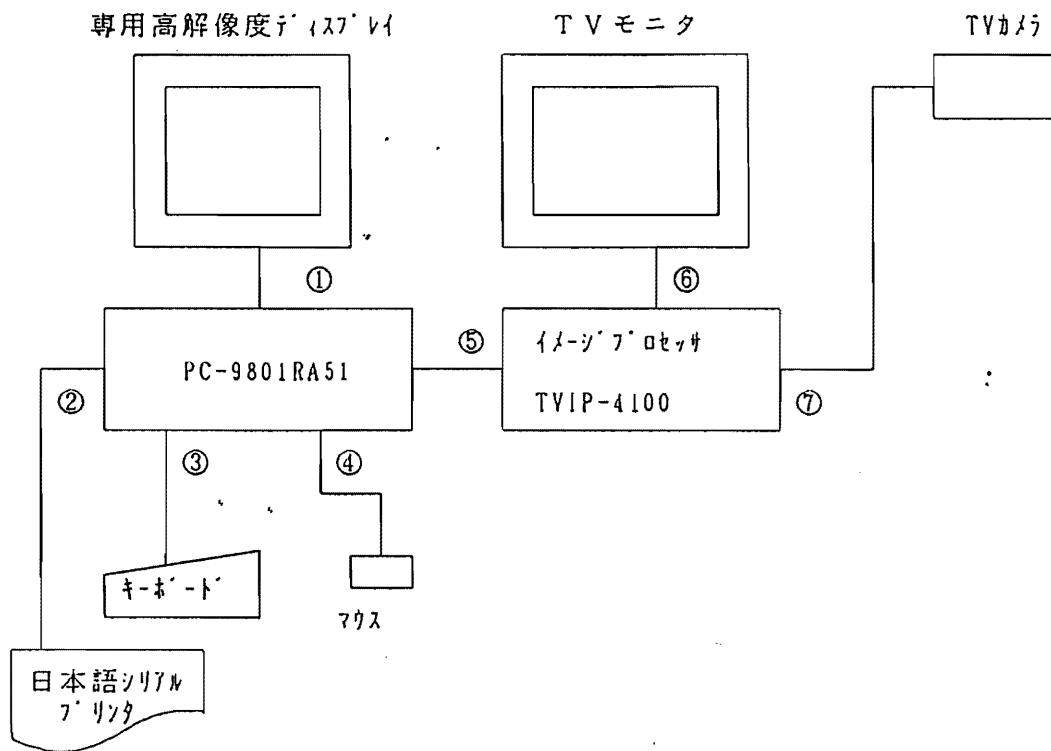


図1 画像処理システムの機器接続図

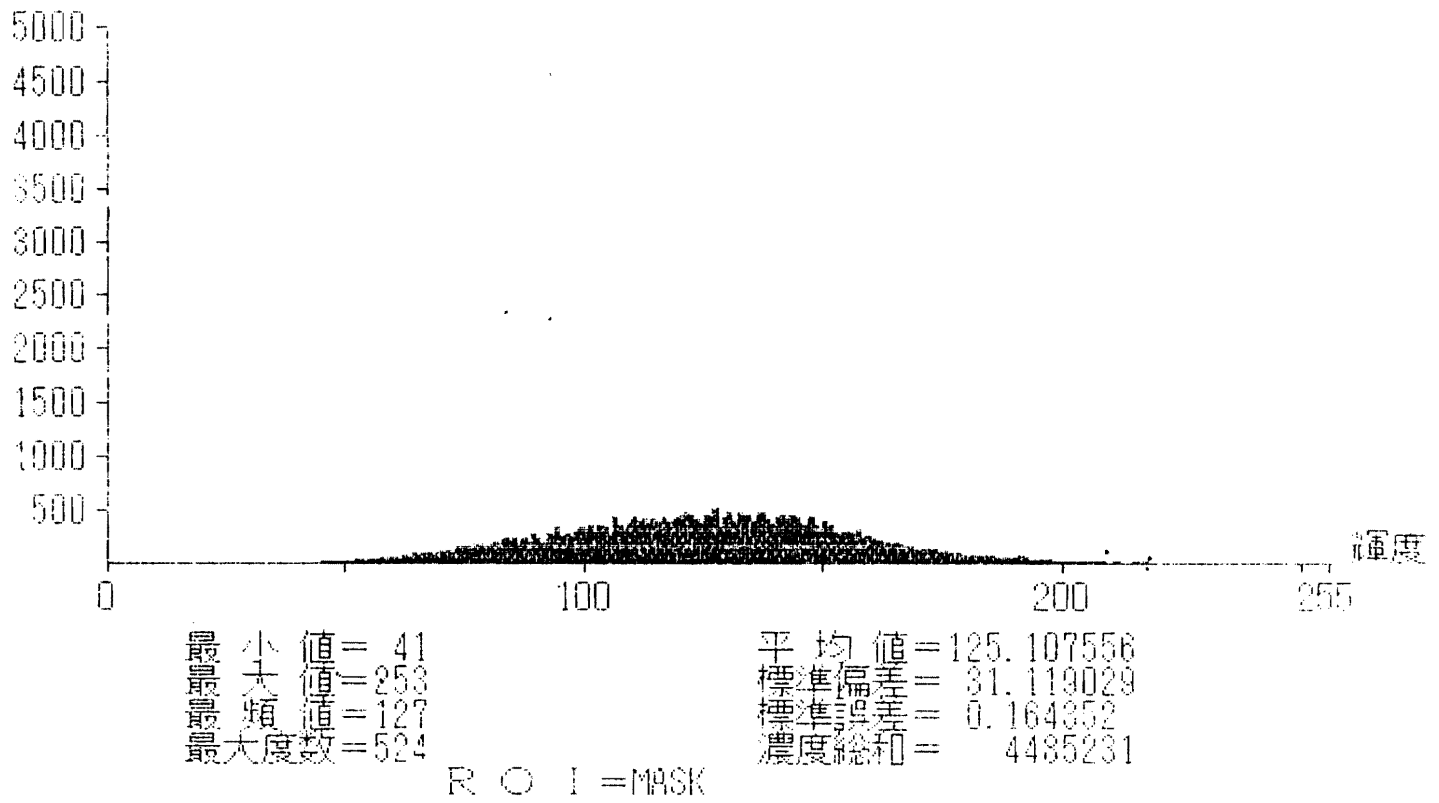


図2 輝度測定チャート

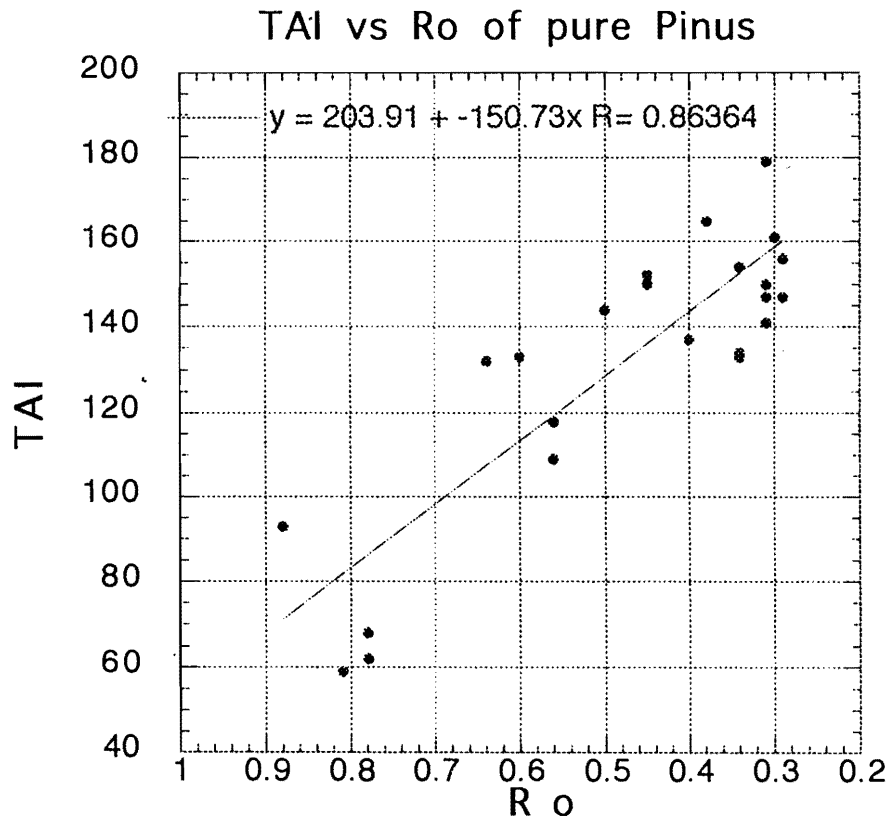


図3 マツ属花粉粒子の輝度最頻値 (TAI) とピトリナイトの反射率 (R o) との相関

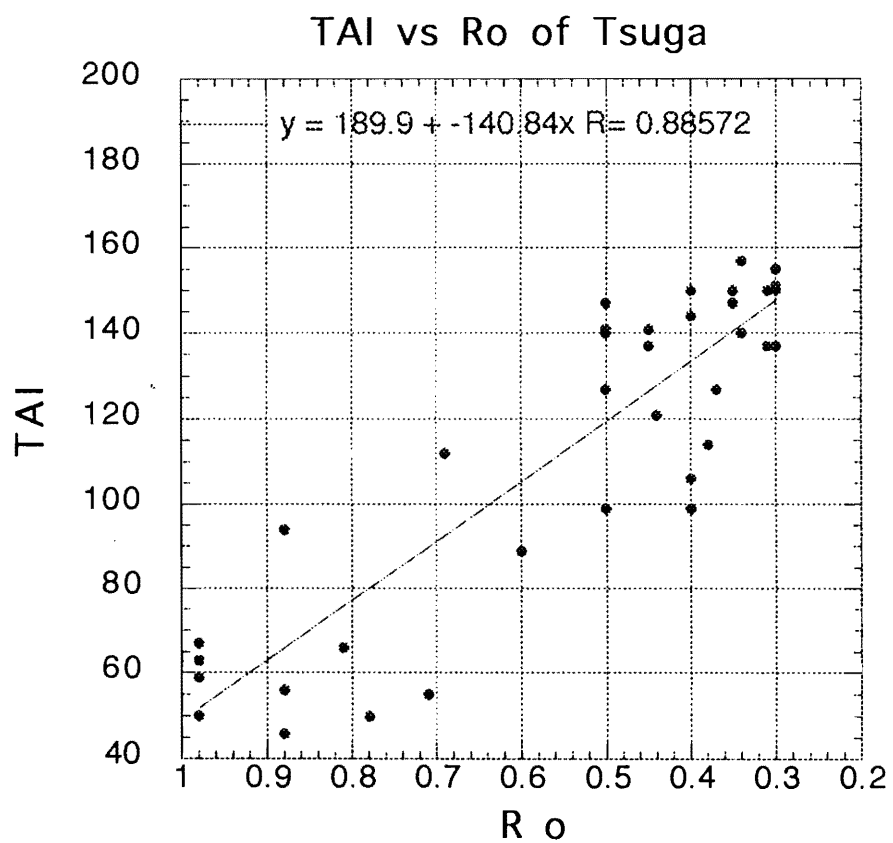


図4 ツガ属花粉粒子の輝度最頻値 (TAI) とビトリナイトの反射率 (R o) との相関

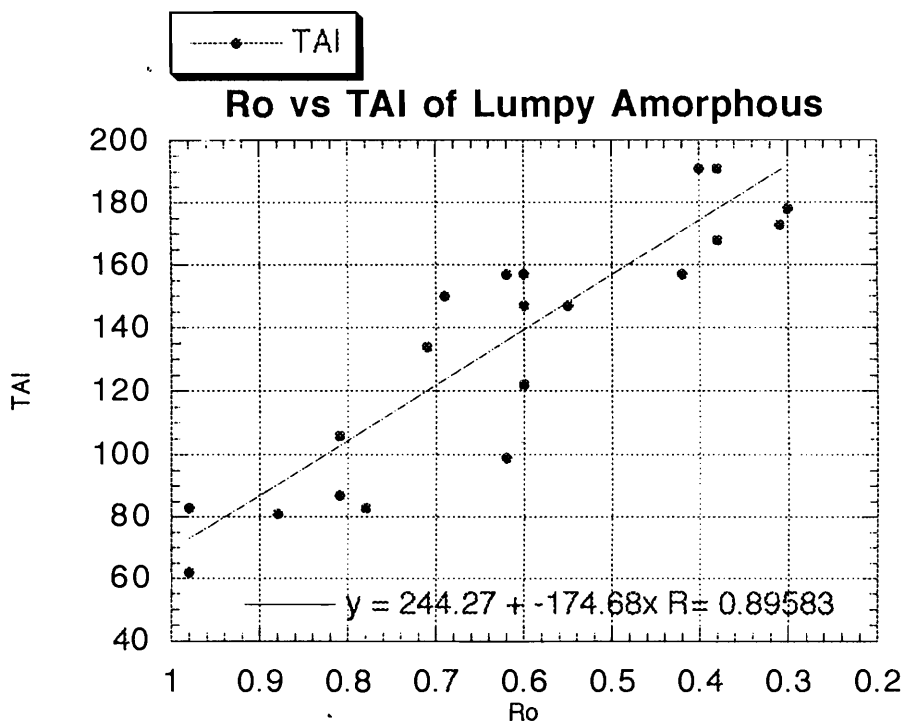


図5 不定形質ケロジェンの輝度最頻値 (TAI) とピトリナイトの反射率 (Ro) との相関

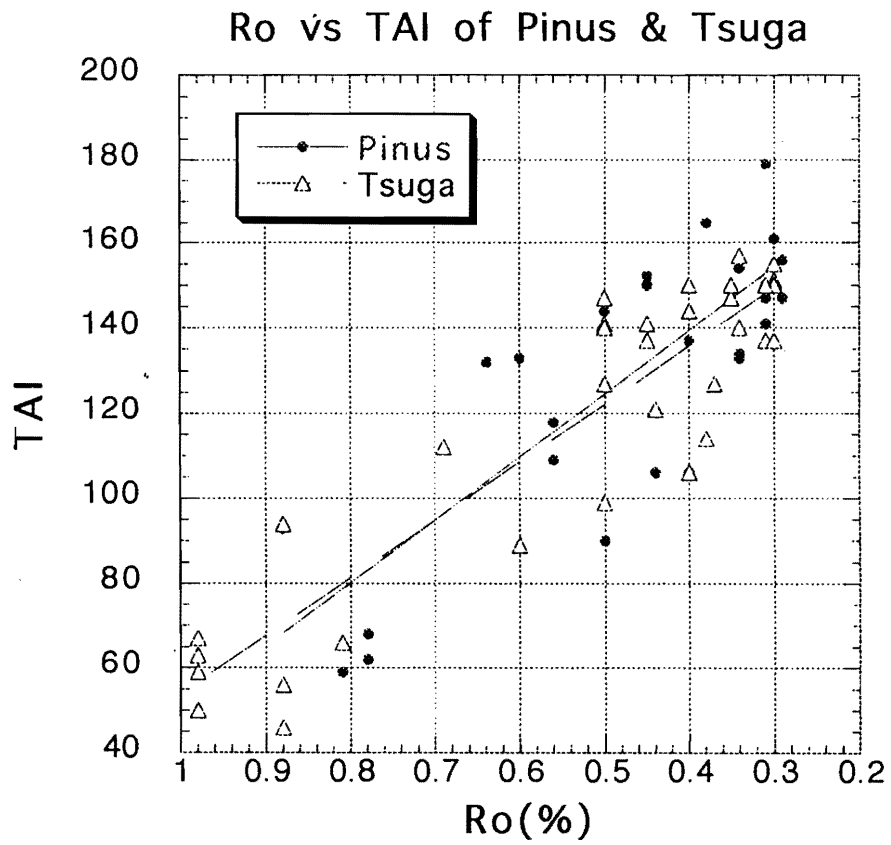


図6 マツ属及びツガ属花粉粒子の輝度最頻値 (TAI) と、ピトリナイトの反射率 (Ro) との相関

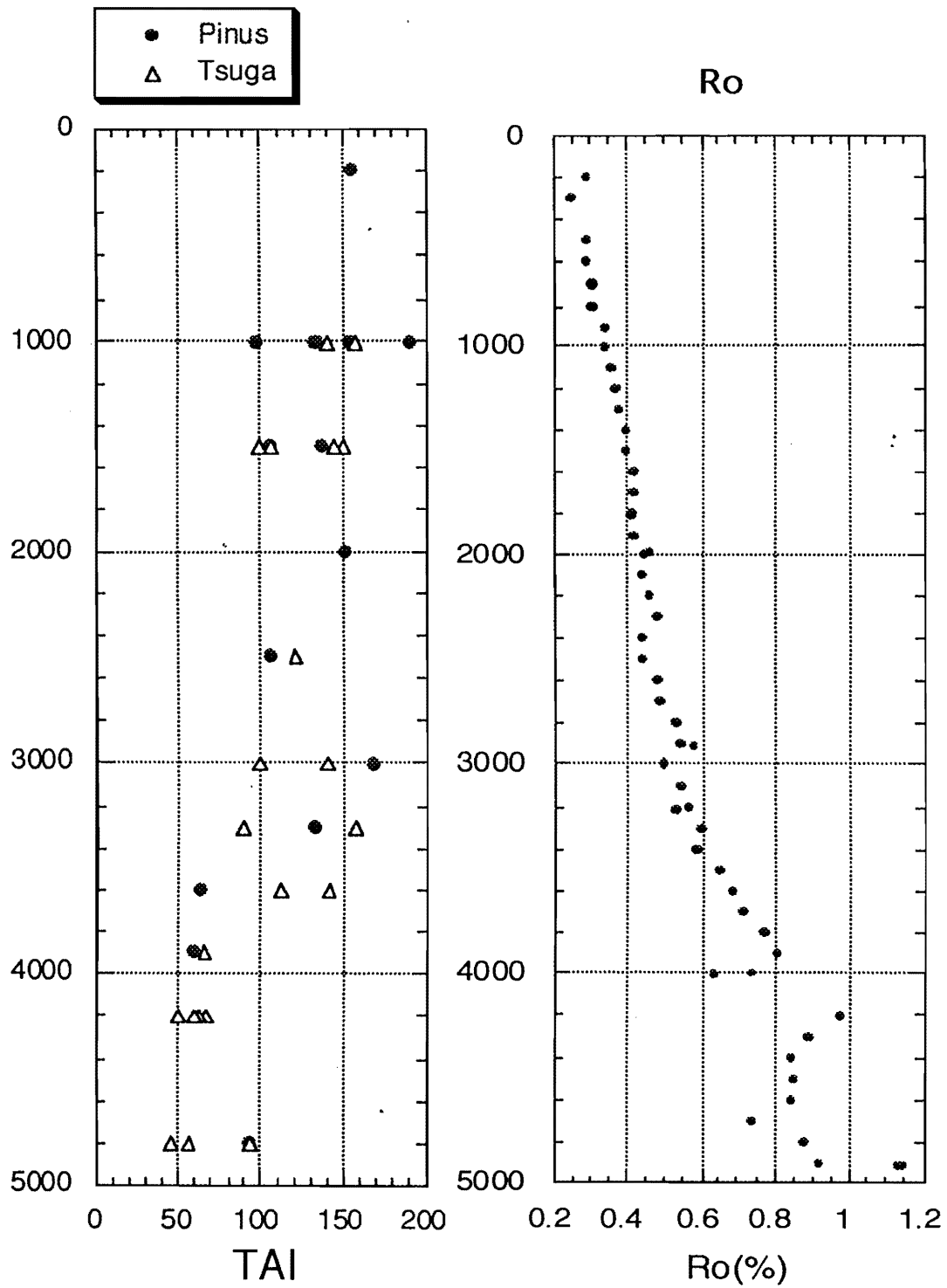


図7 ある試錐におけるマツ属及びツガ属花粉粒子の輝度最頻値 (TAI) と、ビトリナイトの反射率 (Ro) の変化

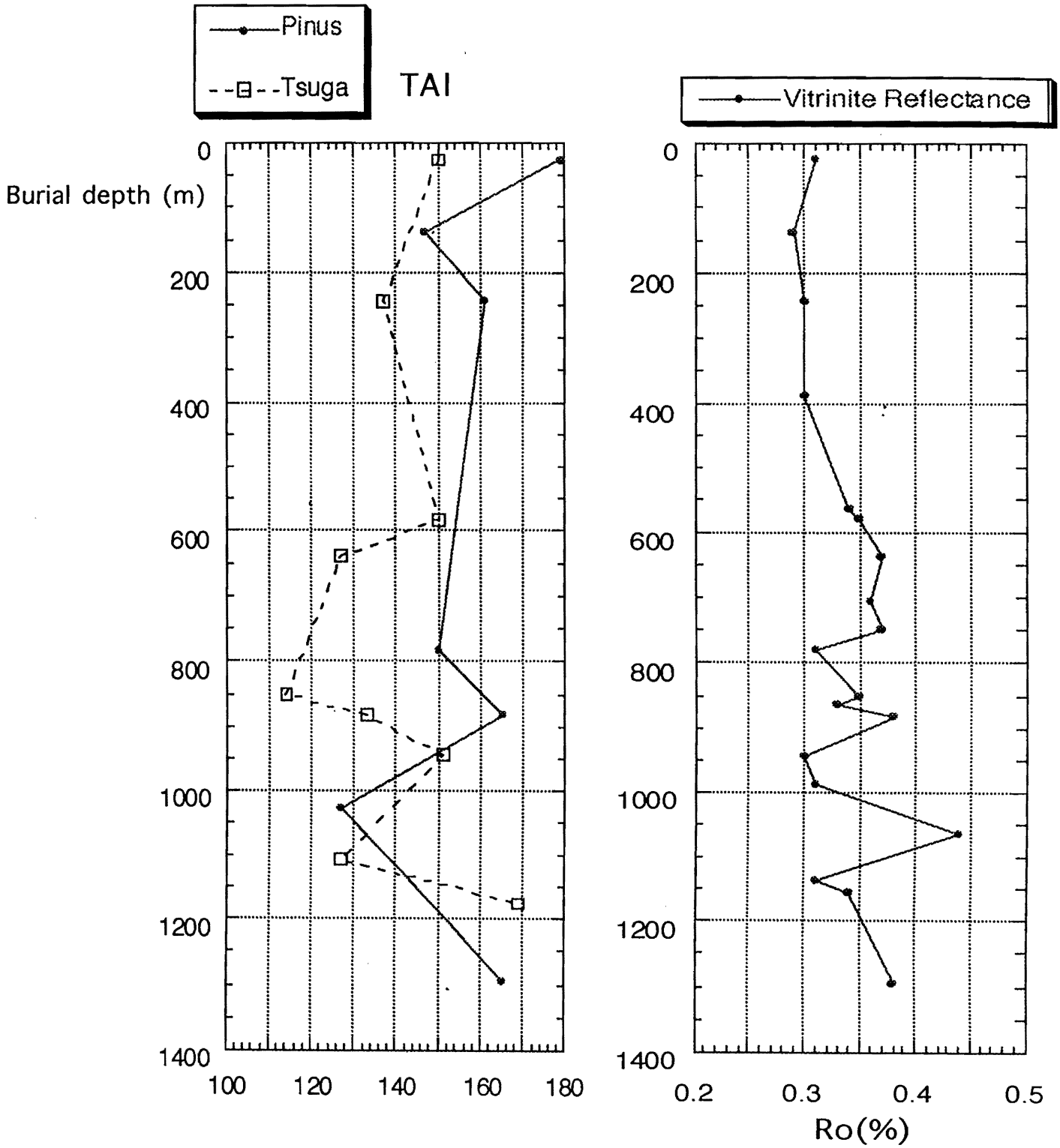


図8 津軽堆積盆地中村川ルートにおけるマツ属及びツガ属花粉粒子の輝度最頻値 (T A I) と、ビトリナイトの反射率 (R o) の変化

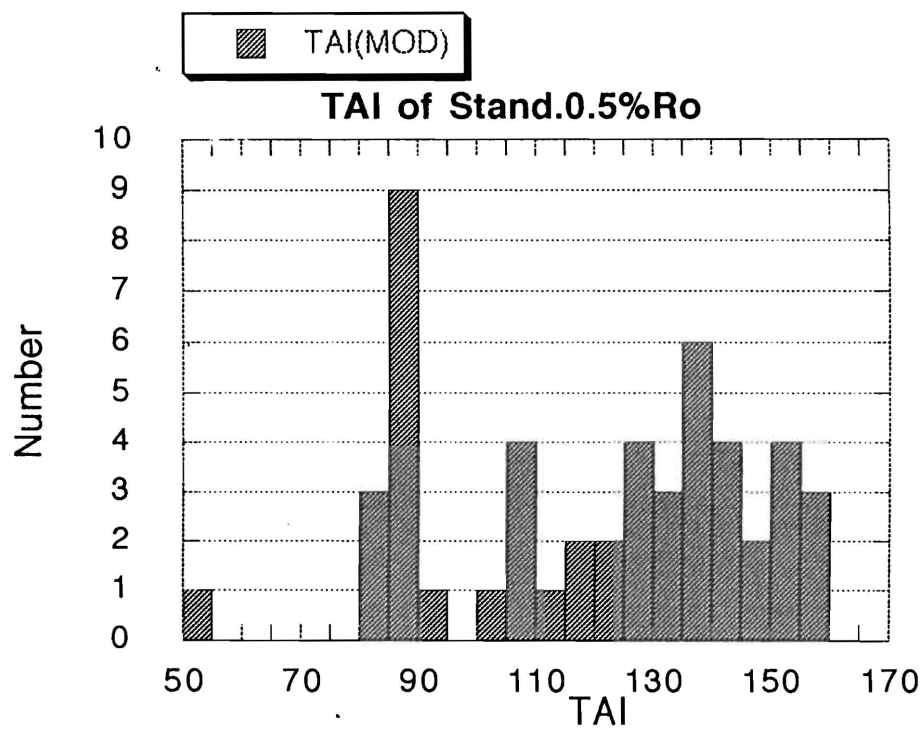


図9 泥岩試料1個の中に含まれるマツ属及びツガ属花粉粒子の輝度最頻値 (TAI) の分布