

古代人は何を燃やしたのか

—微粒炭よりわかる燃焼の記録—

鬼頭剛・尾崎和美

はじめに

遺跡のトレンチ断面にあらわれる堆積物には様々な色をしたものがみられる。その中でも黒色を呈する堆積物は、植物遺体を多く含み、側方へある厚さをもって連続する層もあれば、遺構などを埋積する形で「炭化物」や「炭質物」を含むと記載されるものもある。わたしたちは経験的に、単に植物などに由来する黒色の層と、人為的に植物が燃焼したあるいは燃焼させた土とを分けている。ではこのような、経験的に「炭化物層」あるいは「炭化物を含む」と記載してきた黒色の土は、いったい何が原因で黒色をしているのか。以上の事柄について、遺跡の試料の検鏡・観察および灰化実験から、検討してみたのでここに報告する。

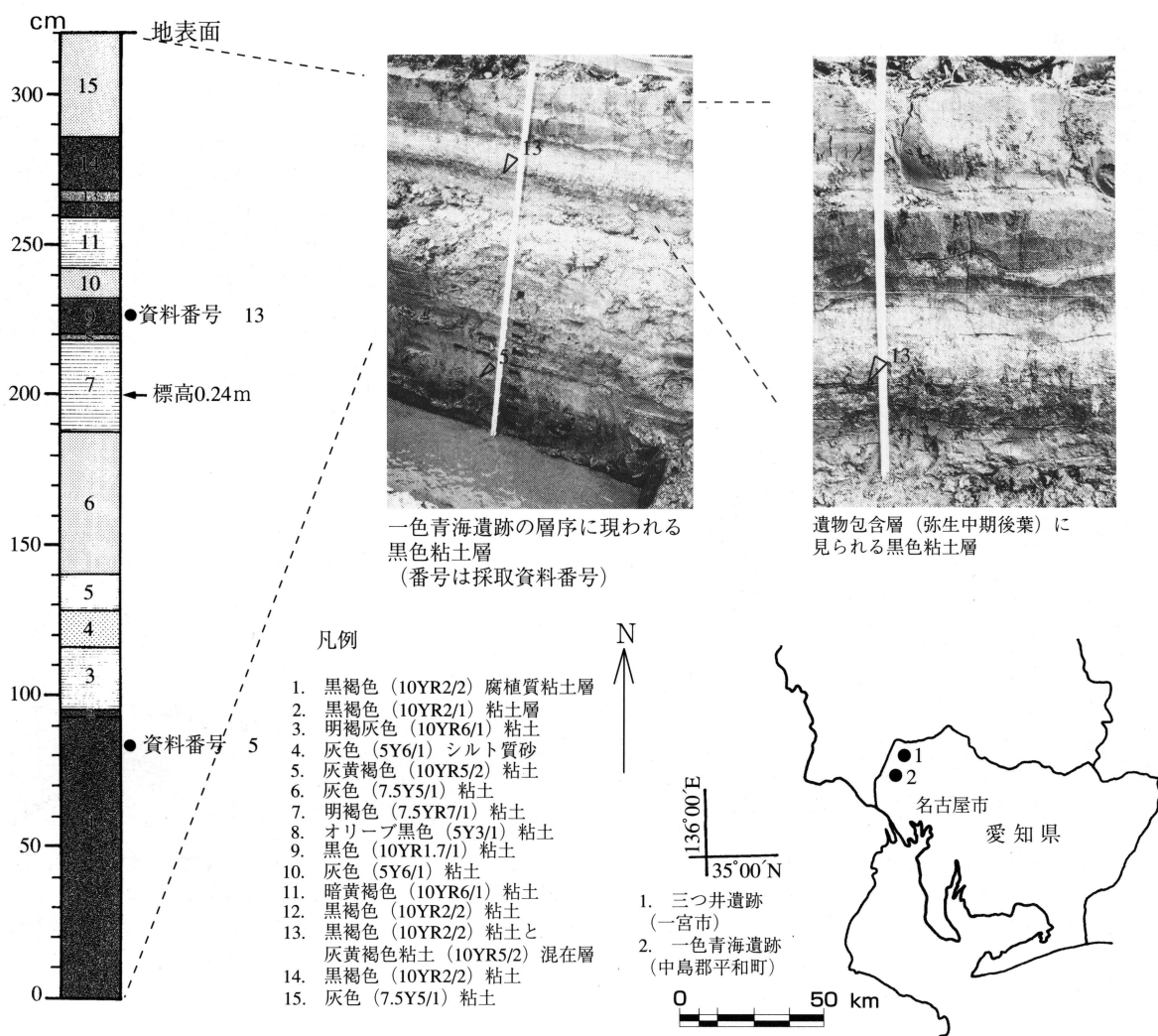
黒色層について

黒色を呈する堆積物をわれわれはその色の記載とともに、腐植に富むといった表現をもって記載する。現に、黒色～黒褐色をした土の中には分解されずに残った植物片や炭化した植物を観察できるときもある。では、この腐植とはいったい何なのだろうか。腐植とは一般的には、地表または地中に存在する動植物の遺体が分解過程にあるものから分解変性されたものまでを含めての土壤有機物の総称である。また、河田（1989）は動植物遺体が土壌動物や微生物によって分解される際に生成される黄褐色～黒褐色の非晶質の高分子有機物であるとし、その色調についても述べている。このうち植物に限って言えば、植物残渣の中のでんぷん、ヘミセルロース、セルロース、たんぱく質などは分解されてしまうが、リグニンは最も分解しにくく残留し腐植の主要な構成物質となって

いる。また、化学的にはアルカリ溶液で溶解酸で沈殿する腐植酸、酸で沈殿しないフルボ酸、アルカリ溶液に不溶性のヒューミン（フミンとも呼ばれる。なお以下の文章ではヒューミンを使う）に分けられている。このうちのアルカリ溶液に溶ける可溶腐植に関しては化学的に多くの研究があるものの、アルカリ溶液に不溶のヒューミンに関してはほとんど研究されていない。山野井（1996）はこのヒューミンに着目し、東日本の火山性クロボク土中からヒューミンを抽出し観察した。それによるとクロボク土中のヒューミンの最大の特徴は、構成粒子のほとんどが黒色ないしは茶褐色をした炭質物細片からなり、黒色が強く不透明なものもあるが、多くの粒子はその中に植物組織を残している。また、炭質物の外形は一般に角ばった板状であり、とくに細長い長方形（短冊）状の細片が多く、その外縁はシャープであるとしている。この論文の中で山野井（1996）は、坂口（1987）が千葉県野田市の横の内遺跡（縄文前期）のボーリング・コア試料から、連続的に植物の焼けた灰の微粒子が産出するという記載に着目し、みずからもススキと4種の広葉樹の葉を燃焼させ、その灰を観察した。その結果クロボク土中のヒューミンの形態は、ススキの燃焼炭粒子と酷似することから、クロボク土中のヒューミンの正体を燃焼炭粒子（微粒炭）と考えた。ヒューミンの正体が燃焼した炭の粒子であったことが判明したのは画期的なことである。このヒューミンの特徴を利用して、愛知県内の低湿部に位置する遺跡の黒色土からも抽出できるかどうか調べてみた。

低湿部の遺跡より抽出できるヒューミン

愛知県の北西部、標高およそ10mラインより低い地域は、地理学的に自然堤防帯として位置づけ



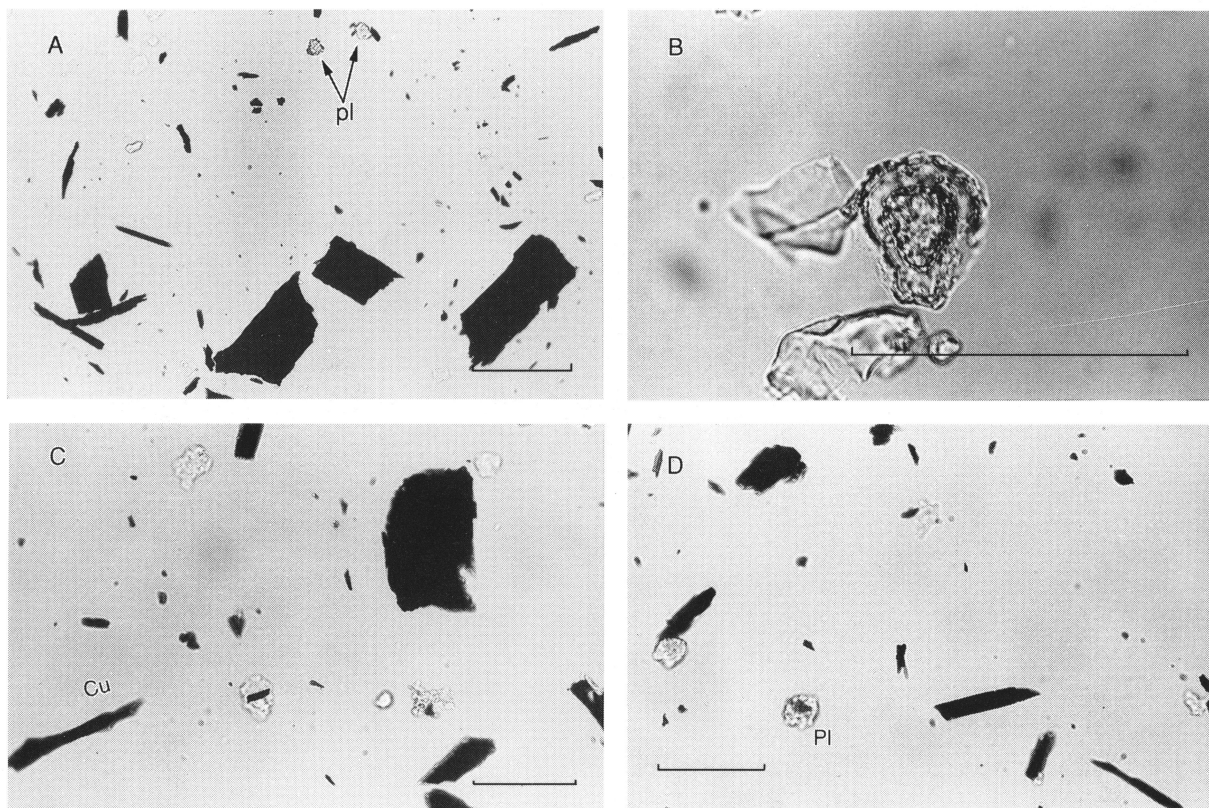
第1図 遺跡位置図および一色青海遺跡の層序と層序断面で確認される黒色粘土層

られており低湿な地帯である。そこで発掘される遺跡のトレンチ断面には少なからず腐植に富む堆積物が知られており、例えば、愛知県埋蔵文化財センター、1996）・大毛沖遺跡（愛知県埋蔵文化財センター、1995）・田所遺跡（愛知県埋蔵文化財センター、1994）、葉栗郡木曽川町の門間沼遺跡（愛知県埋蔵文化財センター、1996）においても黒色～黒褐色（標準土色で言えば、10YR1.7/1・10YR2/1・10YR2/2）を呈する腐植に富む堆積物が確認されている。今回はその中で、現在発掘がおこなわれている一宮市の三ツ井遺跡（縄文晩期～弥生前期）および中島郡平和町の一色青海遺跡（弥生時代中期後葉）の試料を用いた。試料採取地の層序

および試料採取層準を第1図に示す。分析に使用した堆積物はともに黒味が強く、ぎらついた感じをもつ漆黒色（標準土色の10YR1.7/1ないしは10YR2/1）を呈する。

ヒューミンを観察する方法として、植物珪酸体（プラント・オパール）の抽出と分析方法（定性分析）を応用し、以下の手順でおこなった。試料の分散と沈底法による微粒子の除去後、残渣を乾燥させた。この残渣を光学顕微鏡で観察するため封入剤（オイキット）中に分散させプレパラート中に封入した。検鏡は100～400倍でおこなった。

その結果、三ツ井遺跡および一色青海遺跡の試料からイネ科植物に由来する植物珪酸体に混じって、大量のヒューミンが観察される（第2図）。



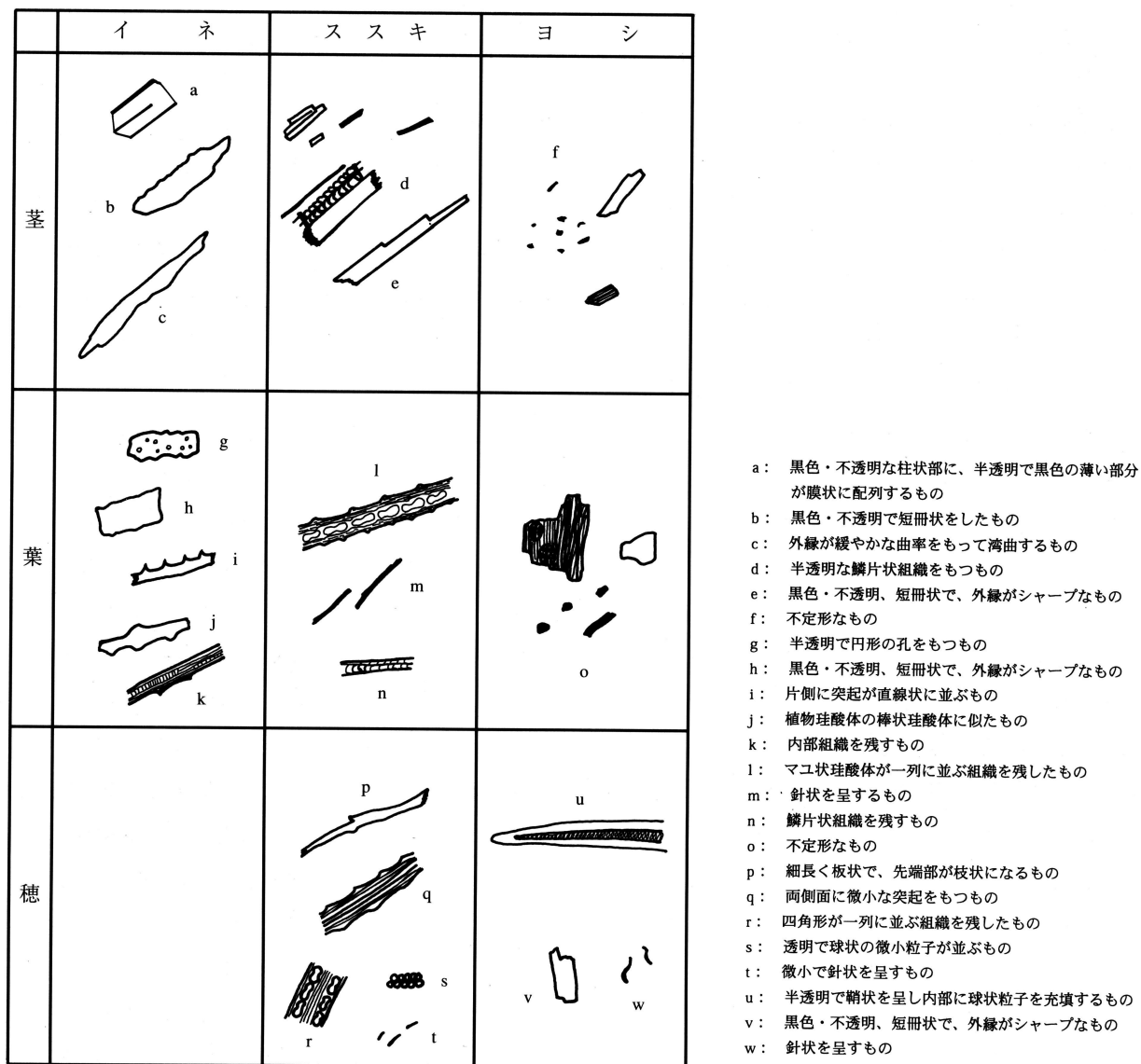
第2図 愛知県の低湿地遺跡より抽出されるヒューミン A：三ツ井遺跡（一宮市）の試料では、植物珪酸体（pl）とともに黒色・不透明、短冊状で外縁がシャープなヒューミンがみられる。B：ヒューミンとともに大量に含めれるウツリサ族の植物珪酸体（三ツ井遺跡）。C：一色青海遺跡（中島郡平和町）の試料（試料番号13）では、黒色・不透明、短冊状のヒューミンや外縁が緩やかに湾曲する（cu）ヒューミンがみられる。D：試料番号5（一色青海遺跡）からも黒色・不透明、短冊状のヒューミンとイネ科植物起源の植物珪酸体（pl）がみられる。スケールは100 μm 。

その大きさは様々であり径が10 μm 以下という微小なものから、長径、短径ともに100 μm を超えるものまであった。その中で形態が確認できる長径100 μm 、短径50 μm の大きさの粒子が大部分を占める。形態の特徴として、そのほとんどが不透明で黒色を呈している。外形は角ばった板状で、細長い長方形（短冊）状のものや、短軸の長さ比べて長軸部がはるかに長い、いわゆる針状を呈するもの、細長く部分的に凹凸をもった不定形のものがある。外縁は直線状でシャープに延びる部分や、緩やかな曲率をもって湾曲する部分、ささくれたように鋭角な縁辺をもつ部分、細かい凸部が直線状に並んだ部分がみられる。

以上のような粒子のうち、三ツ井遺跡の試料ではウツリサ族の植物珪酸体とともに、不透明・黒色で、細長い長方形（短冊）状の角ばった外形を

もつ粒子が多くみられる。また、その外縁は非常にシャープである（第2図A）。一色青海遺跡の試料では、不透明・黒色の短冊状粒子もみられるが、長軸部の長さが長いものや、その外縁が緩やかな曲率をもって湾曲するものが特徴的にみられる（第2図C）。

これらの特徴のうち、例えば、板状・短冊状で、外縁のシャープな粒子は山野井（1996）の示したススキの燃焼炭粒子の特徴と似ているようである。しかし、山野井が対象とした試料は、従来より火山性起源とされた東日本のクロボク土であり、地形的にも標高の高い陸乾地の堆積物である。それに対し、今回使用したのは自然堤防帯の後背湿地部に位置する遺跡の試料であり、過去においてもかなり低湿な環境であったと思われる場所である。現に、三ツ井遺跡の試料を検鏡中には



第3図 現世イネ・ススキ・ヨシの部位ごとにあられる特徴的な燃焼炭粒子（微粒炭）の形態
大きさは100 μ mを超すものから微小なものまで同じような相似性が認められるため、無次元的にあらわした。

ヒューミンや植物珪酸体に混じって珪藻殻が観察され、*Pinnularia*属や*Cymbella*属といった流水環境にすむ珪藻がみられた。また、一色青海遺跡からは試料を採取した調査区からではないものの、位置的にも近い調査区の同時代を示す遺構面から炭化米もみついている（蔭山ほか、未公表資料）。そのため形態の類似度から、みつかったヒューミンを単純にススキのものであるとは断定できない。例えば、ススキを含む他のイネ科植物のヒューミンの形態がわからなければ三ツ井遺跡および一色青海遺跡でみつかったヒューミンの正

体は断定できない。そこで、最もふつうにみられるイネ科植物であるイネ・ススキ・ヨシの現世試料の灰化実験をおこなった。

現生イネ・ススキ・ヨシの灰化実験

現生のイネ・ススキ・ヨシを、地表面に露出している部分で刈り取った（なおイネ・ススキ・ヨシとも冬期に採取し、地表面に露出した部分は一樣に枯れた状態である）。おのおのの成体一本について葉・茎・穂の部位に分け、その部位ごとに燃焼させ完全に灰化させた。燃焼にはススキ・ヨシの穂で数10秒、イネ・ススキ・ヨシの茎でおよ

そ3分の時間を要した。肉眼で観察したところ、ススキ・ヨシの穂の灰は針状を呈しており、茎や葉を燃焼させた灰に比べて明らかに細かく微粒である。また、茎および葉の灰は、原形が多少なりとも残っている部分について、イネの灰がススキ・ヨシに比べて若干小さい印象を受ける。しかし、細かく粉碎してしまった灰に関しては、おのおのを見分けることは不可能である。次に、生じた灰を封入剤（オイキッ）中に分散させプレパラートを作成し、100～400倍の光学顕微鏡で検鏡をおこなった。検鏡結果をイネ・ススキ・ヨシの各部位ごとに以下に述べる。

茎の灰はイネ・ススキ・ヨシともに、他の部位の灰に比べ大きい粒子が多い。イネでは角ばって板状を呈し、黒色不透明な短冊状の粒子がみられるとともに、黒色不透明な柱状部が並んだ間を、半透明で黒色の薄い部分が膜状に配列した粒子が多くみられる。外縁は直線状でシャープなものと、緩やかな曲率をもって湾曲するものが大部分を占める（第3図、第4図A・B）。ススキの灰では、角ばって板状を呈し、黒色で不透明な短冊状の粒子がほとんどである。外縁は直線状でシャープなものが多い。また、針状を呈する粒子や、植物組織が魚のウロコのように残り半透明な鱗片状を呈する部分もみられる（第3図、第5図A・B）。ヨシの灰でもイネやススキと同様に、黒色不透明な短冊状を呈する粒子が確認されるものの、全体にはイネやススキほど粒子の形態に統一性はなく、不定形な粒子が多い（第3図、第6図A・B）。

葉の灰について、イネでは灰に伴ってイチヨウの葉の形をした機動細胞珪酸体がみられ、その密度が非常に高いのが特徴である（第4図C）。灰の形態は黒色不透明で短冊状を呈するものとともに、短軸の長さに対して長軸の長さが非常に長い、板状をしたものが多くみられる。外縁は前者の黒

色不透明で短冊状のものは、シャープで直線状なのに対し、後者のそれは柱状に延びた側面から半球状ないし円錐状の突起が突き出ており、それらが柱状をした粒子の片側に直線状に配列する形態をもつものが多い。また、柱状粒子の両面に突起が並んだものもあり、植物珪酸体の棒状珪酸体に似た形態を示す（第3図、第4図D）。ススキの葉の灰でも、灰の粒子に伴って大量の機動細胞珪酸体がみられる。灰の形態は黒色不透明で短冊状を呈するものがみられるが、薄い黒色で半透明な組織の中に、マユ状の珪酸体が長軸方向に一列に並ぶ植物組織を残したものがみられる。また、ススキの茎でも観察されたような、半透明な鱗片状を呈するものや針状のものもみられる（第3図、第4図C・D）。ヨシでは、イネやススキに比べると、灰とともにみられる機動細胞珪酸体の密度が低くなる。灰の形態は黒色不透明で、外縁がシャープな短冊状の粒子がみられるものの、ヨシの茎部の観察結果と同様に、形態の統一性がなく不定形な粒子が多い。また、短冊状粒子の内部に、円形で薄い黒色、半透明な部分が確認される粒子もある。これは葉において蒸散作用をつかさどるクチクラ層の組織が残ったものと思われる（第3図、第6図C・D）。

穂の灰について、ススキでは、茎や葉でみられた黒色不透明で短冊状の粒子の割合は極端に低くなる。その代わりに、黒色不透明ではあるが細長い板状または針状で、その先端部が切り裂いたように枝状に延びるものがみられる。また、長方形であるがその両側面に微小な突起をもつ粒子や、内部に四角形を一列に並べた透明な組織部が確認されるものもある。全体に微小で針状を呈するものや、透明で球状の微小な粒子が一列に並んだものもみられる（第3図、第5図E・F）。ヨシの穂の灰では、黒色不透明・短冊状の粒子がみられ、また、外縁は直線状でシャープであるものと

針状を呈するものが多い。ときに半透明で鞘状を示し、その内部に透明な球状粒子が充填し、らせん状を描くものも少なからずみられる（第3図、第6図E・F）。

イネ・ススキ・ヨシを茎・葉・穂の部位ごとに燃焼させ灰化させた。その結果は、どの部位にも黒色不透明で、外縁が直線状かつシャープな短冊状粒子がみられた。この形態の特徴は山野井

（1996）がススキを燃焼させた灰の粒子の形態と似ている。山野井はススキのみを用いて灰化をおこなった。今回おこなったわれわれの実験では、イネ科の主要な植物であるイネおよびヨシ、そしてススキを含めた茎・葉・穂の部位ごとに燃焼実験をし、その灰の観察をおこなった。その結果は先に述べたように、黒色不透明な短冊状の粒子はイネ・ススキ・ヨシの全てからみつかった。この事実は、ヨシなどが繁茂する低湿地部に位置する遺跡や、イネの耕作が考えられる時代の遺跡から得た炭化物の燃焼炭を分析する場合、黒色不透明な短冊状粒子に着目しただけでは、イネ科植物の燃焼炭粒子であることはわかって、それが例えば、イネなのかススキなのかヨシなのかの判別は困難であることを示す。では、低湿地遺跡でみわかる、炭化物層中の燃焼炭粒子を供給した、その給源植物を推定する方法はないものだろうか。

イネ・ススキ・ヨシを同定する試案

黒色不透明の短冊状粒子についてみた場合、それを堆積物中より抽出することによって、イネ科植物の燃焼の事実は捉えられることがわかった。ではそれよりも細かいレベルの同定は可能であろうか。そのためには「現生イネ・ススキ・ヨシの灰化実験」の章で記載した、黒色不透明・短冊状粒子以外の特徴に注目したい。例えば、イネの葉の灰では、細長い板状で、片側または両側に球状あるいは円錐状の突起が並んだ鋸歯状の形態をもつ粒子が多くみられた（第4図E・F）。また、

この突起部は、同様に突起部をもつススキの葉や穂の灰に比べて、突起の張り出す程度が大きい。イネの茎の灰であれば、黒色不透明な柱状部が並んだ間を、半透明で黒色の薄い部分が膜状に配列した粒子や、外縁が緩やかな曲率をもって湾曲する粒子が存在した（第3図）。ススキでは、茎の灰でみつかった植物組織が残り半透明な鱗片状を呈する部分や、葉の灰でみわかる、薄い黒色で半透明な組織の中に、マユ状の珪酸体が一行に並ぶ植物組織を残したものがあつた（第5図D）。またススキの葉や穂の灰の中に、細長い板状の粒子の両端にイネ程ではないにせよ、突起部が並んだ鋸歯状を呈する粒子がみられた（第5図D・E）。ヨシでは、葉の灰にみられる粒子の内部にクチクラ層起源と思われる円形の半透明部が（第6図D）、穂の灰では半透明で鞘状を示しその内部に透明な球状粒子を充填したものが存在した（第3図）。以上のような、イネ・ススキ・ヨシのそれぞれの部位に特徴的な燃焼炭粒子が見い出せれば、遺跡から得られる炭化物の燃焼炭粒子を構成する給源植物を認定できる可能性がある。

上記の観点で三ツ井遺跡、一色青海遺跡の燃焼炭粒子をみてみると、一色青海遺跡でみわかる燃焼炭粒子の中に、細長くかつその外縁が緩やかな曲率をもって湾曲する粒子がみつかる（第2図C）。この特徴はイネの茎部起源の燃焼炭粒子に酷似しており、少なくともイネの燃焼が関与しているようである。また、三ツ井遺跡でみわかる燃焼炭粒子は角ばった板状で、黒色不透明で短冊状を呈する。そして外縁は直線状でシャープであり、かつ鋭角に切り割られたような角をもつ部分がある（第2図A）。また、細長く針状に延びた粒子の外縁に鋸歯状を示すものがある。これらの特徴はススキの茎で確認される事柄と酷似する。三ツ井遺跡の炭化物はススキの燃焼が関与しているようである。また、それは同じプレパラートか

ら非常に高密度でウシクサ属（ススキ属を含む）の植物珪酸体がみつかる事実（第2図B）からも指示される。

燃烧炭粒子からわかる人為活動の記録

低湿地帯に位置する遺跡の黒色粘土層から燃烧炭粒子が抽出され、それがイネ科植物の燃烧によることを示した。では、肉眼でもすぐに捉えられる、それほど層厚をもった燃烧炭粒子を含む堆積物はどのようにして形成されたのだろうか。

地表に堆積した植物遺体は、そこが還元的な環境にある湿地などでない限り、そのほとんどが速やかに分解されて姿を消してしまう。それは遺物でも同様で、遺跡の発掘の際木製品が出るのは、埋積地が湿地状態に保たれていた場所に限られる。地下水位の低い住居跡において、柱の差し込まれた跡は残るが、柱そのものや床・屋根材が、住居跡を直接おお埋積層中に残されていた現場を観察したことはない（山野井、1996）とあるように、実際に、酸化的な環境下では動植物遺体が残ることはない。しかし、小林（1987）は竪穴住居の使用途中に火災があり、その床面のアンペラ（編物）が直接敷物にされていた状態で焼け焦げて残されていた例を挙げている。この事実は、植物遺体が埋積される前に燃烧によって炭化しているならば、埋積後もそれ以上に分解されることはない（山野井、1996）という事柄を示している。これらをふまえて山野井（1996）は土の黒色化および腐植の生成メカニズムをまとめた。それによると、植物が焼けて生じた微粒炭には吸着能力があり活性作用がある、その活性作用が可溶腐植の吸着・保持機能を果たし、可溶腐植を集積させたと考えている。つまり、植物遺体が集積・分解していく過程で徐々に黒味を増すのではなく、先に黒色の原因となる微粒炭がその場所に存在するからこそ腐植が集積するのである。

以上の事柄から、腐植を含み黒色を呈する堆積

物は、植物遺体が集積・埋積されていく過程で、地下内部で徐々に黒味が増すのではなく、埋積の初期段階ですでに黒色化していたことになる。では、黒味をつくる原因物質であると考えられる燃烧炭粒子はいかにしてもたらされるのか。現在でも、わたしたちの住む濃尾平野地域には河川流路の縁片部にはヨシが、また、微高地上であればススキの群生をふつうにみることができる。自然状態でススキやヨシの茎や葉が強風に揺すられて、その摩擦熱で発火することがあるかもしれない。しかし、現在でもその密集地がみられるものの、大規模に発火したという話は聞いたことがない。また、人為的な火災・火事の記述は古文書などにあっても、自然発火的な野火の記録は残っていない。

例えば、森（1993）は、東海地方に分布する非火山性のクロボク土の成因について、人間による火入れ（野焼き）などの人為活動による影響を考えた。坂口（1987）は旧石器時代を含めクロボク土地帯で展開された野焼を生業の手段とする文化を「クロボク土文化」とよび、人為による働きかけを考えた。また、山野井（1996）も東日本に分布する火山性のクロボク土の黒色化の原因を、火入れをする人為活動に求めた。以上の論文が扱った試料は縄文時代早期～前期のクロボク土であり、今回われわれが扱った試料（縄文時代晩期～弥生時代中期）とは時代性が違う。しかし、先に挙げた論文より新しい時代の遺跡の試料であり、その堆積物中より燃烧炭粒子がみつかる事実からも、燃烧炭ひいては燃烧の原因を人間の火入れ（野焼）などによる人為活動と、それが繰り返され集積した結果であることを強調したい。

一色青海遺跡のトレンチ層序断面には垂直的に何枚もの黒色粘土層が堆積し、その中からはイネ科植物の燃烧炭粒子がみつかる。

これは、黒色粘土の層の枚数分だけ火入れを繰り返した結果であろう。また、愛知県北西部の低湿地帯に位置するほかの遺跡、例えば、一宮市の大毛沖遺跡・大毛池田遺跡・北道手遺跡・田所遺跡、葉栗郡木曽川町の門間沼遺跡などには黒味の強い粘土層（標準土色の10YR1.7/1・10YR2/1・10YR2/2）の堆積が何枚もみられる。以上の遺跡の試料からはまだ燃焼炭粒子を抽出していないものの、歴史時代を通してかなりの頻度で火入れ（野焼）などの人為活動が繰り返されてきた可能性を指摘しておきたい。

まとめ

愛知県北西部の低湿地帯に位置する縄文時代晩期～弥生時代前期の三ツ井遺跡（一宮市）、弥生時代中期の一色青海遺跡（中島郡平和町）の黒色粘土層（いわゆる炭化物層）の黒色の成因について検討を試みた。その結果以下のことが明らかになった。

1. 遺跡より得られた炭化物試料からはイネ科植物の植物珪酸体とともに、黒色・不透明、外縁がシャープで、板状かつ短冊状のヒューミンが観察された。

2. 遺跡より抽出されたヒューミンは山野井（1996）のススキの燃焼炭粒子に似ている。しかし、遺跡の立地条件や時代性から、他のイネ科植物の可能性も否定できないため、現生の代表的イネ科植物であるイネ・ススキ・ヨシの燃焼灰化実験をおこなった。

3. イネ・ススキ・ヨシの茎・葉・穂の各部位を燃焼させた粒子には、そのほとんどの試料から黒色・不透明、外縁がシャープで板状かつ短冊状の粒子が見つかった。また、各部位に特徴的な粒子が存在することがわかった。

4. 各部位ごとに特徴的な粒子の形態をふまえてヒューミンを見直すと、三ツ井遺跡のヒューミンにはススキの燃焼炭粒子が、一色青海遺跡の

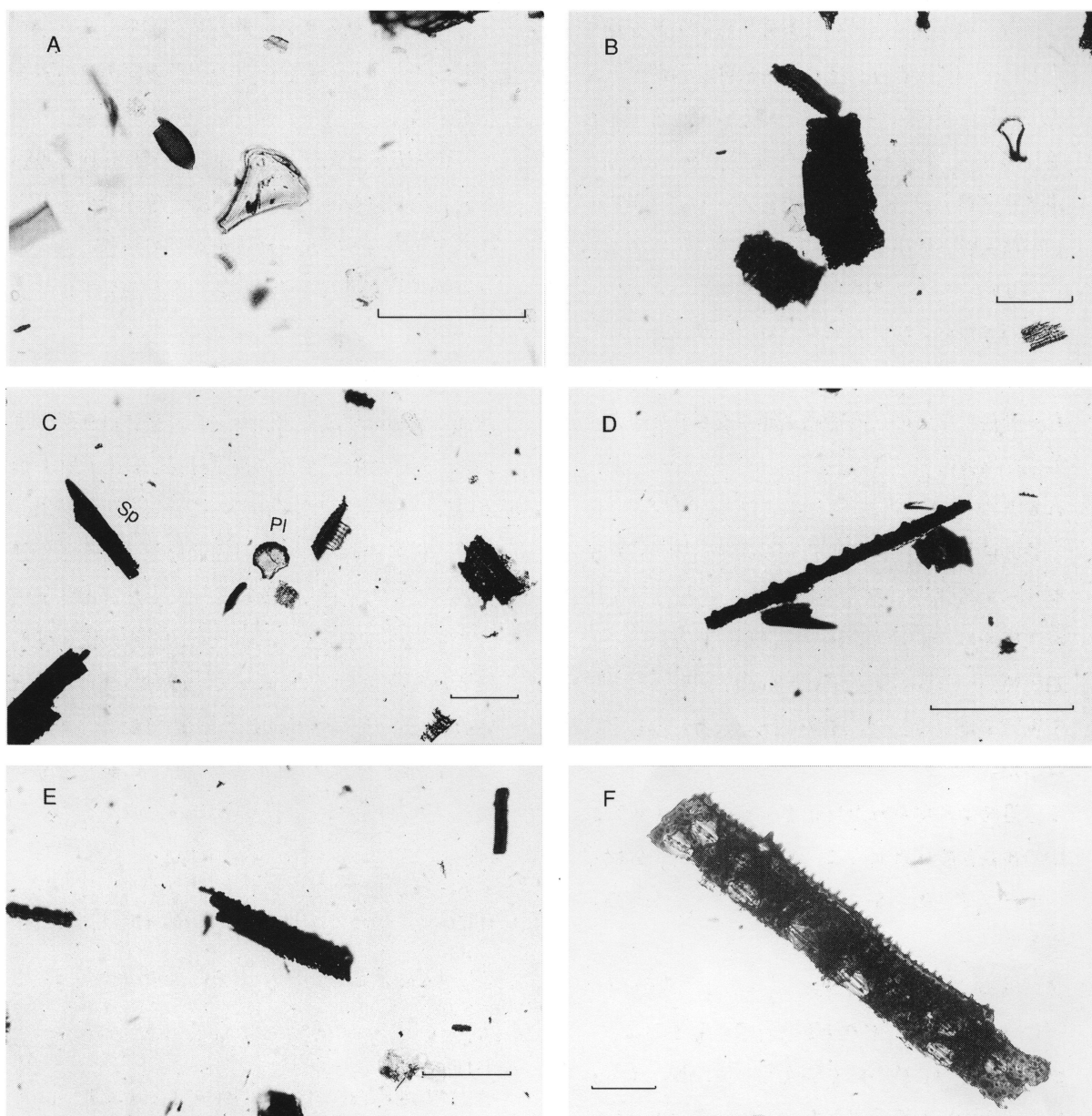
ヒューミンにはイネの燃焼炭粒子が少なくとも含まれることがわかり、それが黒色の原因であると結論される。

5. 愛知県北西部の低湿地帯に位置する他の遺跡でも、黒味の強い腐植質粘土層が垂直的に何枚も確認されており、歴史時代を通して頻繁に火入れ（野焼）などの人為活動がおこなわれていた可能性が示唆される。

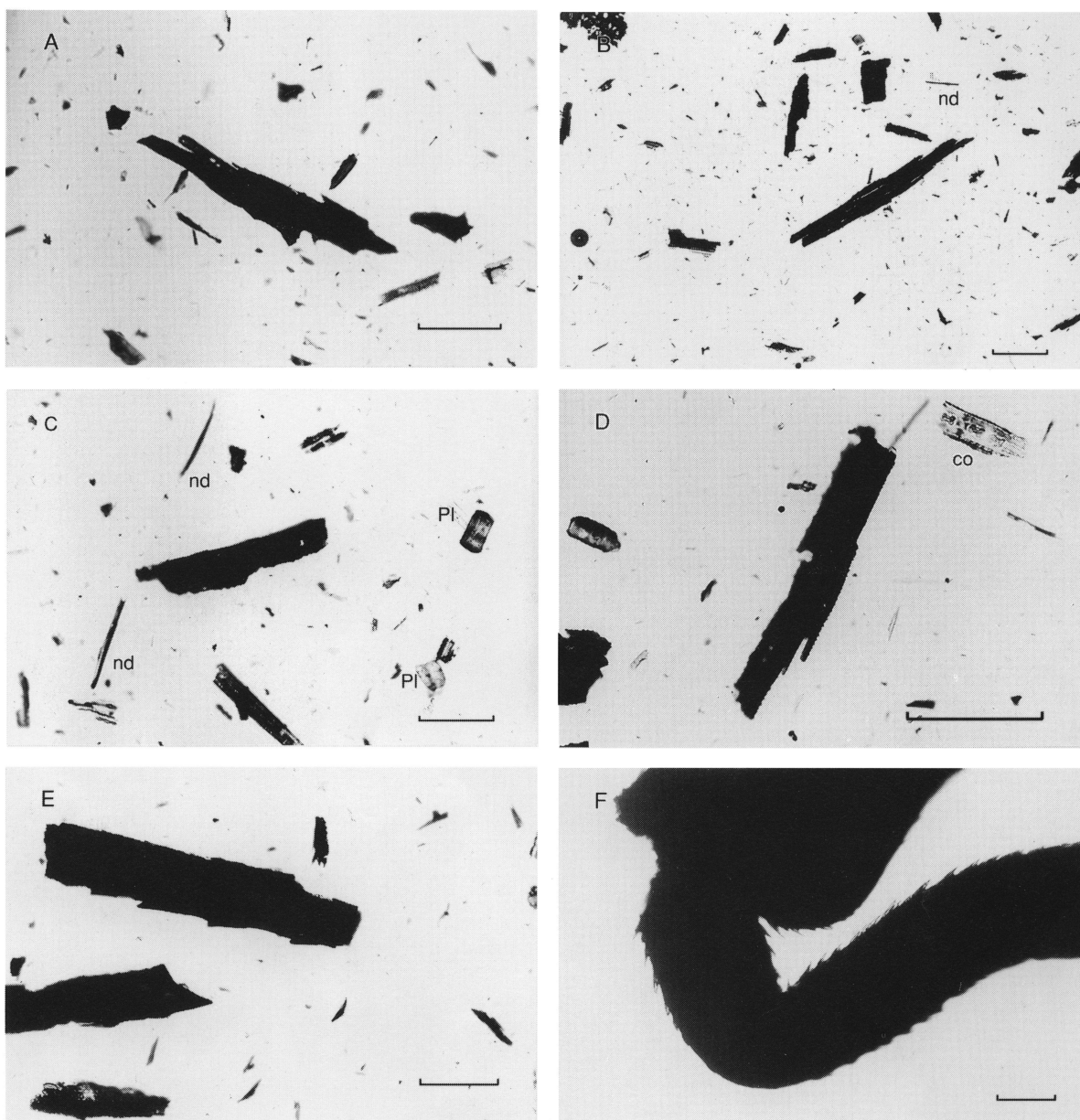
謝辞：愛知県埋蔵文化財センター平和事務所の早野浩二氏、加藤博紀氏には試料採取にあたりお世話になった。三ツ井事務所の高橋信明氏、小川芳範氏、山本寿徳氏には試料採取および現世イネ試料の採取にあたりお世話になった。海部郡八開村二子の桐部久美子さんには現世ススキの試料採取にあたりお世話になった。微粒炭および植物珪酸体の抽出作業では服部恵子さん、宇佐美美幸さんにお手伝いいただいた。以上の方々に記して厚くお礼申し上げます。

文献

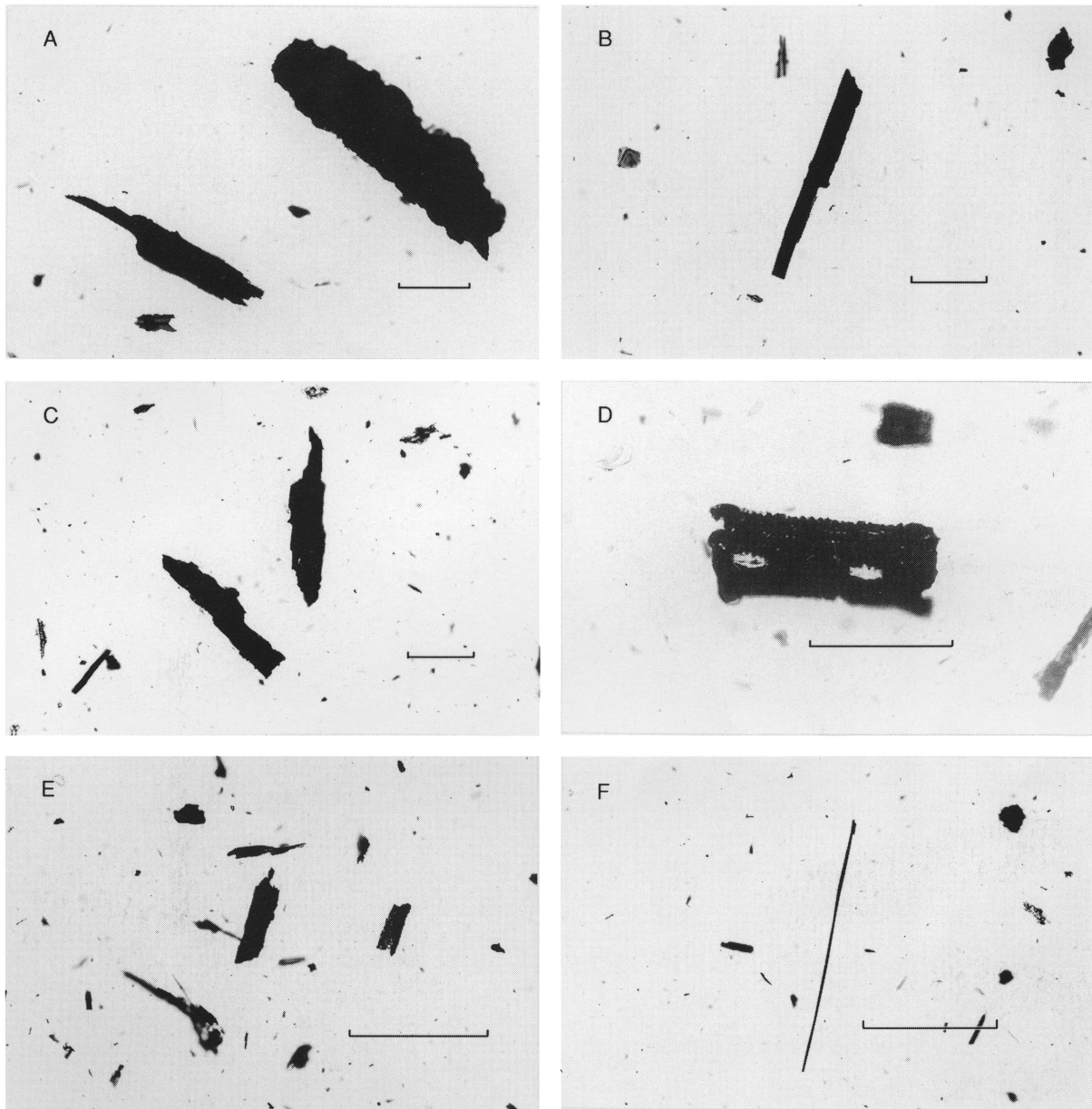
- 愛知県埋蔵文化財センター（1994）平成5年度年報、194p.
愛知県埋蔵文化財センター（1995）平成6年度年報、173p.
愛知県埋蔵文化財センター（1996）平成7年度年報、224p.
愛知県埋蔵文化財センター（1996）愛知県埋蔵文化財センター調査報告書（第66集）大毛沖遺跡、260p.
河田 弘（1989）森林土壌学概論. 博友社、東京、399p.
小林達夫（1987）遺跡における黒色土について. 土壌学と考古学、博友社、東京、214 p.
山野井 徹（1996）黒土の成因に関する地質学的検討 地質雑、6、526-544.
森 勇一（1993）「黒ボク」土の分析（東海地方に分布する黒ボクについての一考察）. 愛知県埋蔵文化財センター調査報告書（第42集）東光寺遺跡、78-91.



第4図 現生イネの燃焼炭粒子の顕微鏡写真。A：茎の灰に伴ってみられる植物珪酸体。B：茎の燃焼炭粒子。C：葉でみられる側面に突起をもつ燃焼炭粒子（sp）と起動細胞珪酸体（pl）。D：茎でみられる片側に突起が並ぶ燃焼炭粒子。E：葉の燃焼炭粒子。F：葉でみられる片側に突起が並ぶ燃焼炭粒子。スケールは100 μ m。



第5図 現生ススキの燃烧炭粒子の顕微鏡写真。A：茎でみられる黒色・不透明な燃烧炭粒子。B：茎でみられる黒色・不透明、短冊状粒子と針状粒子（nd）。C：葉の燃烧炭粒子に伴ってみられる植物珪酸体（pl）と、外縁がシャープな燃烧炭粒子および針状粒子（nd）。D：葉でみられる側面に突起をもつ黒色・不透明な燃烧炭粒子と、マユ状の植物珪酸体がー列に並ぶ組織を残した燃烧炭粒子（co）。E：穂の灰でみられる長方形で側面に微小な突起をもつ燃烧炭粒子。F：燃烧させる前の穂の側面の拡大写真。スケールは100 μ m。



第6図 現生ヨシの燃焼炭粒子の顕微鏡写真。A：茎でみられるシャープな割れ口をもった燃焼炭粒子と、外縁に微小な凹凸をもつ燃焼炭粒子。B：茎でみられる黒色・不透明、短冊状で外縁がシャープな燃焼炭粒子。C：葉でみられる不定形な燃焼炭粒子。D：葉でみられる黒色・不透明、短冊状で、内部に円形・半透明なクチクラ層の組織が残された燃焼炭粒子。E：穂でみられる黒色・不透明、短冊状で外縁がシャープな燃焼炭粒子。F：穂でみられる針状の燃焼炭粒子。スケールは100 μm 。