
原 著

胚葉から見た動物と植物の形

小林 貞夫

国保群岡診療所内科

Introduction of Germ Layer Concept on both Animals and Plants

Sadao KOBAYASHI

Internal Medicine Kokuho Muraoka Clinic

Abstract

Esophagogastric Mucosal junction is the boundary of ectoderm and endoderm. Concept of germ layer has been written on animals. I expect this idea proves on plants also Epidermis of plants extend to exterior, exterior, whereas animals such as esophagus and trachea proliferate to inferior, inferior. Tissues were observed by microscope and phase contrast microscope.

Key words : Esophagogastric Mucosal junction (EG junction), epidermis, fundamental tissue, fibrovascular bundle, cambium, cambium of epidermis

はじめに

動物の食道・胃粘膜接合部は外胚葉、内胚葉の境界であると主張してきている。細胞、組織において多くの共通点を動物と植物は持っている。この事より植物の組織においても動物の胚葉という整理の仕方が成立する事を期待し、検討した。

検討生物

動物 う骨鶏, ラット
植物 シラカバ, バラ, 桐, クルミ, 栗, 桜, 杉, 松, 笹竹, 大豆, ササギ, サヤエンドウ, モロヘイヤ, ヘチマ, マムシグサ, 水仙, オカヒジキ, コシヒカリ, ナメコ, コンブ, コケ, 地衣類, である。

Reprint requests to: Sadao KOBAYASHI
Internal Medicine Kokuho Muraoka Clinic
3137-20 Kaminoziri - nishihayashizaki
Nishiaizu - machi,
Yamagun 969 - 4512 Japan

別刷請求先:
〒969-4512 福島県耶麻郡西会津町上野尻字西林崎
3137-20
国保群岡診療所内科

小林 貞夫

検討方法

動物は通常の10%ホルマリン固定、植物はAWA固定。標本作製は江東微研病理研究所新潟分室に依頼した。

ラット標本は新潟大学大学院医歯学総合研究科内藤 眞教授のご好意により胚子一部を観察する機会を得た。

観察は通常の光学顕微鏡観察と、位相差条件による観察である。

所 見

動物 う骨鶏は既に発表したニワトリ胚と同じく、11日胚では食道・胃粘膜接合部は食道側の上皮と、胃側の上皮とは差がある。食道上皮では皮膚上皮に見られる重層上皮と、周皮細胞 periderm があり、胃側ではこれがない。大体の境界は推測されるが、成体に見るような明らかな境界はつかめない。

ラット 食道・胃粘膜接合部に関しては、う骨鶏と同様な所見である。左下に周皮細胞 periderm 拡大図を示す(図1, 2)。

植物 一般的な植物の形は根、茎、葉から成っている。繁殖組織は花で、葉の変化したものと理解出来る¹⁾。シラカバは表皮が白く、横断面で組織を理解して行くには良い種類と理解する。シラカバの構造を述べ、ついで他の植物種について記す。

シラカバ：被子植物で、茎(幹部)は固い木質部をつくっていく。横断面の木質部には年輪があり、木質部の周りを褐色に帯状に取り囲む層(基本組織)がある。さらにそのまわりを薄く白い層(表皮)が取り囲んでいる。表皮の下には緑色の部分がある。基本組織とは分かれていない(図3)。年輪を伴った木質部には放射状に細い線条が見える。木質部と褐色を帯びた基本組織は区別され、境界部分は背の低い細胞が多層に並んでいる。形成層である。木質部の線条は基本組織の中の一

部進んでいる。線条の細胞は均一性が乏しくなる。表皮に平行にも進んでいる(図4, 5)。位相差条件の縦断像で木質部は基本組織部と明確に分かれている(図6)。基本組織の中には厚壁細胞からなる索状の組織が散在している。線維束ともいえ、輪郭があきらかである。線維束が明瞭の基本組織はコルク層とも言いたい。基本組織にある細胞はPAS染色で赤く染まる顆粒状のものを有する。緑色を示している組織の細胞は葉緑体を有していると推測する。表皮は多層の扁平な細胞が層状に並んでいる。層の中には一部疎な部分がある。年輪を推測させる(図7)。表皮と基本組織は明らかに区別され(図7')、表皮基底部は表皮を形成する細胞層を有している。木栓形成層と言われている部と理解するが、表皮形成層と表現したい。表皮は扁平な細胞が整然と並び、あたかも座布団を積み重ねたように見える(図7'')。位相差条件でも明らかである(図8)。木質部の道管には環紋肥厚、一部螺旋紋肥厚が見られ、師管と区別される。

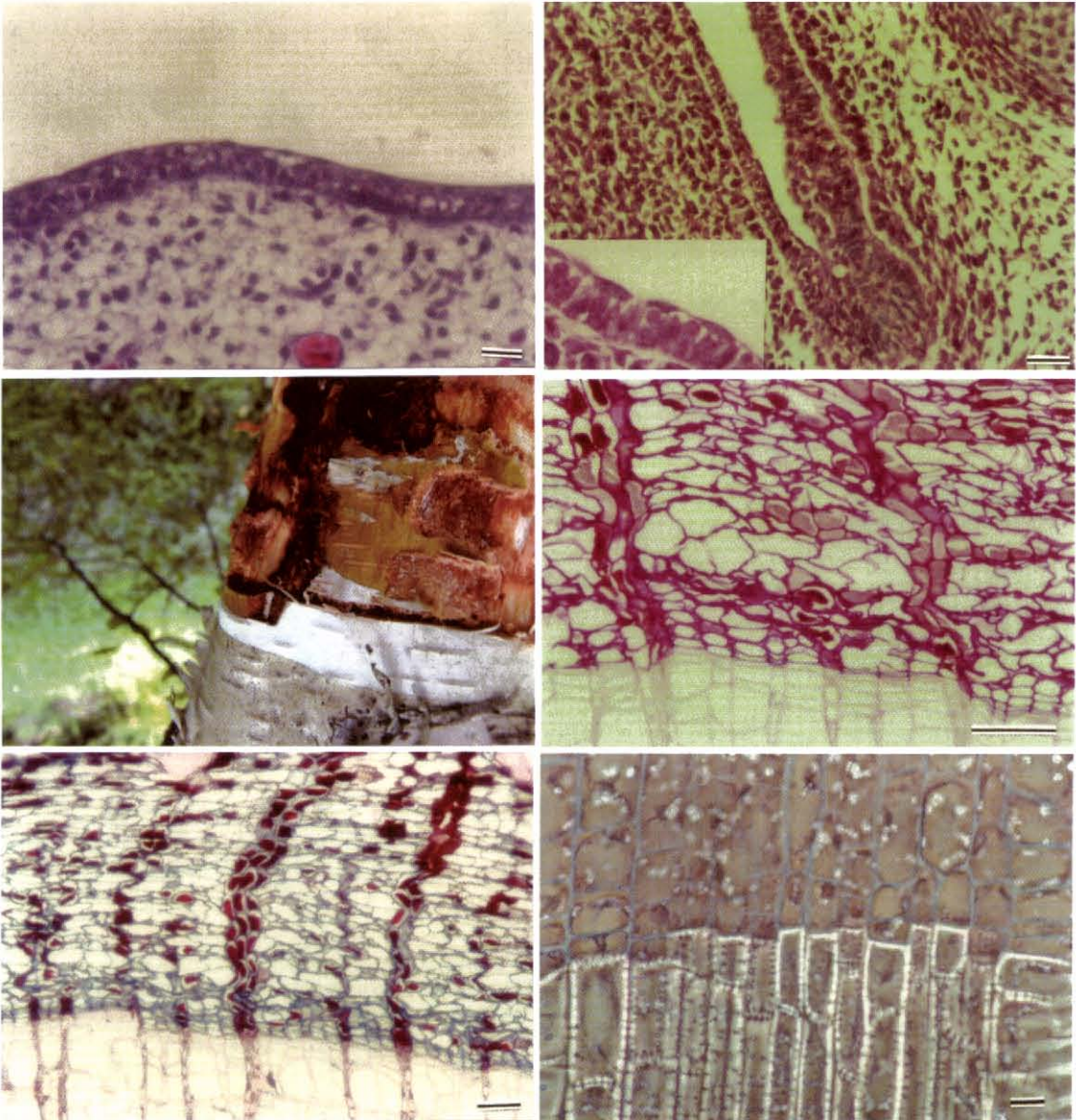
茎(幹部)には所々皮目の部分があり、表皮と基本組織との接触の部となっている。気孔に相当する。

根では茎(幹部)と共通して理解出来る構造である。根末端部では表皮、基本組織、木質部の区別がわかりにくくなる。太い根部では幹と共通している。ただ表皮の下には緑色の部分は見られない。

葉では1層の表皮があり、気孔を持っている。基本組織部には柵状組織、海綿組織がある。維管束が散在している。維管束には位相差条件で道管に環紋肥厚がみられる(図9)。

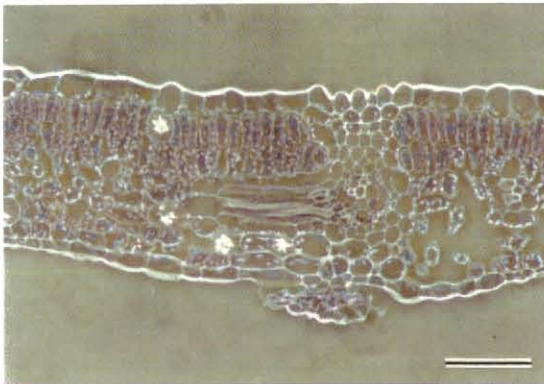
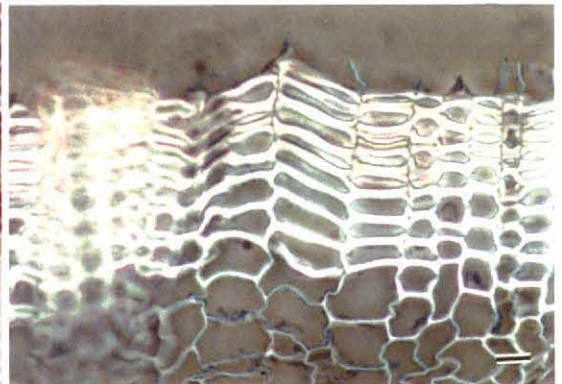
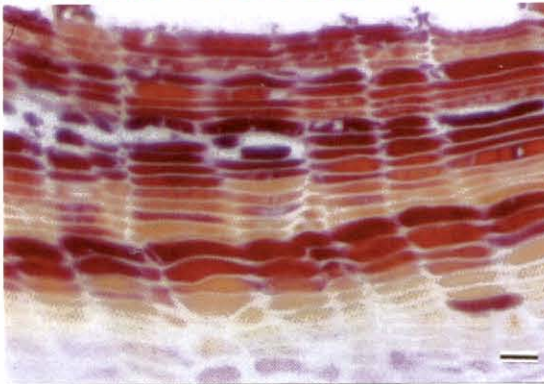
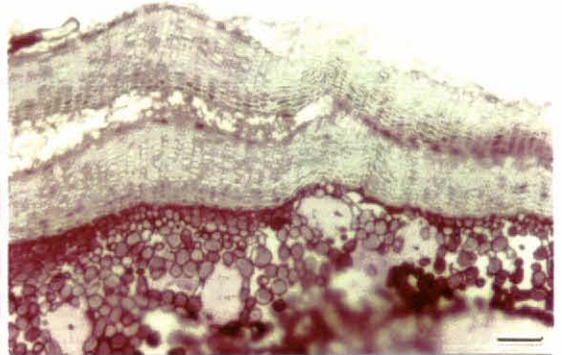
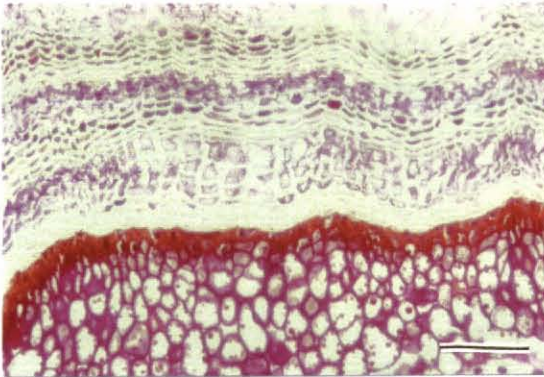
冬芽では成長部には先端部細胞が密にあり、1層の表皮が区別される所と、区別しにくい部を有している。維管束、基本組織、表皮に分化していない部である。この先端部はトウニカと呼ばれる表層細胞層と、コルパスと呼ばれる内側の細胞群がある。一部維管束が出現している(図10, 11)。春になると各組織に分化しながら大きくなると推測できる。

シラカバの白さが目立つことについて、表皮の中の成分ベチュウリン¹⁾、表皮細胞の並び方、細



1	2	図1. う骨鶏ふ卵約11日胚。食道重層上皮と周皮 periderm.
3	4	図2. ラット15日胚の食道・胃粘膜接合部。食道に周皮 periderm あり。接合部上皮の種類はわかりにくい。左下13日胚食道と周皮 periderm.
5	6	図3. シラカバ。白い表皮、皮目あり、その下に褐色のコルク組織と、緑色の栓線皮あり。基本組織である。
		図4. 5. PAS 染色、HID-AB 染色。木質部外側に数層の細胞が重なった層あり。形成層である。
		図6. 位相差条件で、木質部と、基本組織部と明らかに分かれている。

弱拡大 0.1mm ————
 弱拡大 0.1mm —————
 中拡大 0.05mm —————
 強拡大 0.01mm —————



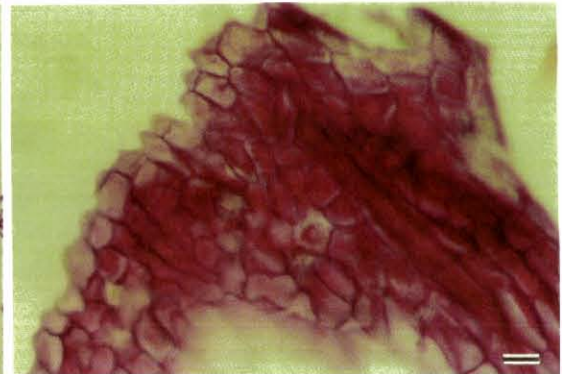
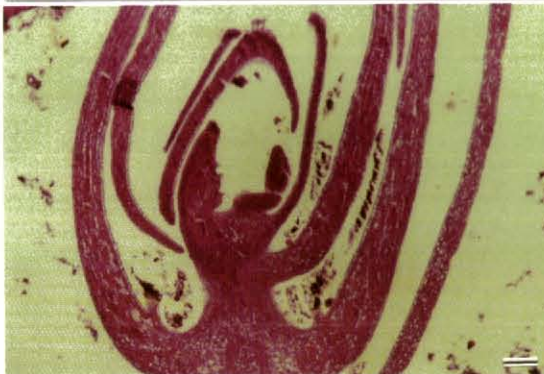
7/7
7/ 8
9
10/11

図7 PAS染色。表皮は数層の産布団を重ねた様な扁平上皮が層状にあり、間を疎な細胞層がある。表皮にも年輪を推測させる。

図8 HID-AB染色。位相差条件で、表皮の細胞壁が明らかである。

図9 葉は1層の上皮と、櫛状組織、海綿組織がある。維管束が散在している。

図10,11 冬芽、PAS染色。成長する先端部。1層の上皮が区別される所と、区別しにくい部を有している。



胞壁の影響を考える。

バラ 基本的にはシラカバと共通している。花部においては葉と共通した組織像を示している。位相差条件では細胞壁が目立って観察される。シラカバ同様木質部、線維束、基本組織、表皮層を良く観察出来る(図12)。根においては表皮の細胞が数層座布団を重ねたように並んでいる。表皮の最外層には菌根菌が共生している(図13)。

桐、クルミ、栗、桜、杉、松、笹竹の茎(幹部)の基本的な組織像はシラカバと共通している。松の葉では維管束の周りに基本組織の細胞が取り囲み、基本組織に細胞を供給していると理解したい。松葉表皮下の一層の厚壁細胞は染色性が表皮に似ている(図14)。

1年性双子葉植物 大豆 大豆を5月水に浸し、発芽させ標本作製した。茎頂部には密な細胞分布がある。1層の表皮に殆ど覆われているが、一部表皮か、基本組織細胞が区別できない。両者の分化をつかめない(図15)。実の部分は細胞質の多い細胞から成っている。栄養貯蔵部分である。1層の表皮が覆っている。更に実の皮の部分は細胞質の乏しい膜状のもので、親の代に形成されたものである。根は茎部と同様の横断組織像である。

成長した大豆の茎、葉は1層の表皮、基本組織、維管束からなっている(図16, 17)。根には根粒がある。根粒の組織は一見肝臓を示している。基本組織の部である(図18)。

ササギ 同様水に浸し、発芽させ、標本作製した。大豆と同様な所見を得た。茎頂部で増殖する部は分化した1層の表皮と、層を区別出来ない増殖組織がある(図19)。横断面で輪状に取り巻く維管束より枝が出ている(図20)。維管束と周囲の実質細胞との境界で維管束側で小さな点状の裂口が並んでいる。維管束と基本組織は分けられる(図21)。

サヤエンドウ、ヘチマ、モロヘイヤ、マムシグサ、オカヒジキの茎、葉を鏡検した。成長した大豆に基本的には共通している。

単子葉植物 コシヒカリ 6月に水に浸し発芽させた標本と、10cmほどに成長した苗を鏡検し

た。発芽している米粒部分は大豆のそれと似ている。茎頂部において縦に長い細胞が密に分布している。茎頂よりやや離れた部は1層の表皮を観察する(図22)。次々と形成された茎頂部は分化が進んでいない(図23)。茎の一部には増殖細胞巢がある(図24)。茎、根では表皮、基本組織、維管束を区別できる。しかし根の先端では糸状菌様の形である。基部では分化した葉が渦巻き状に重なっているが、中央部では分化がみわけにくい(図25)。

10cmほどに成長したコシヒカリでは表皮と基本組織は区別される。神坂は表皮組織と、内部組織に大別している²⁾。

水仙 春延びてきたものを標本にした。基本的には1層の表皮、基本組織、維管束よりなる。位相差条件で上の組織区分がわかりやすい。

マムシグサ 表皮細胞が座布団を重ねた構造を示し、維管束の分布が双子葉、単子葉植物に似ている。

笹竹 横断面で維管束が点々と散在している。道管、師管、それを局所的に取り囲む組織は維管束で、周囲は基本組織である(図26)。笹竹はシラカバに見るような繊維組織がない。1層の表皮が覆っている。

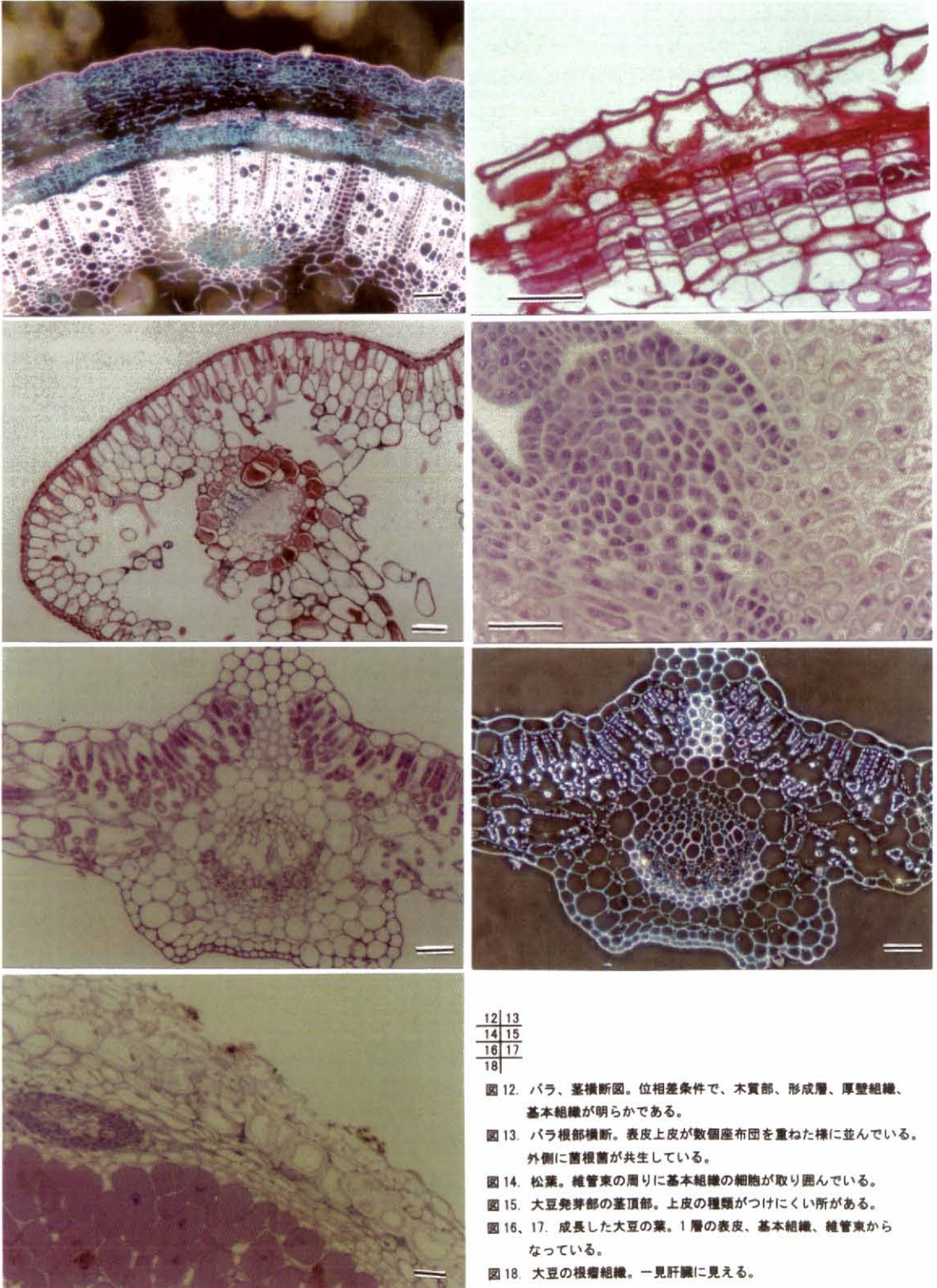
シダ 基本的な組織は大豆、モロヘイヤと共通している。松葉は円盤状の維管束を有しており、周囲を基本組織、表皮がおおっている(図27)。シダは胞子を形成して繁殖する。

ナメコ 維管束はない。しかし表皮とすべき層状の部分がある。表面から少し離れて褐色の細胞が連続的にあり、表皮と内部の組織を分けている。HID-AB染色で表面が青く染まり、内部は染まらない(図28)。

地衣類 塊状の組織を鏡検する。2種類の生物の共生である。HID-AB染色で外と内が区別される(図29)。

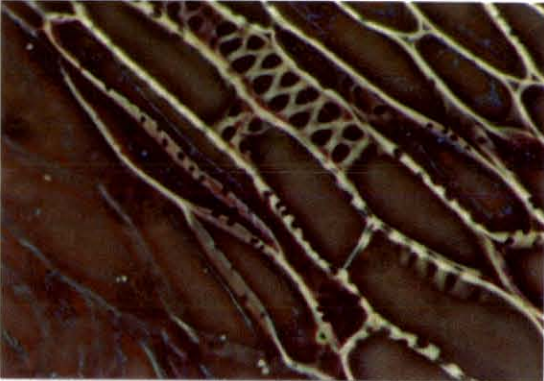
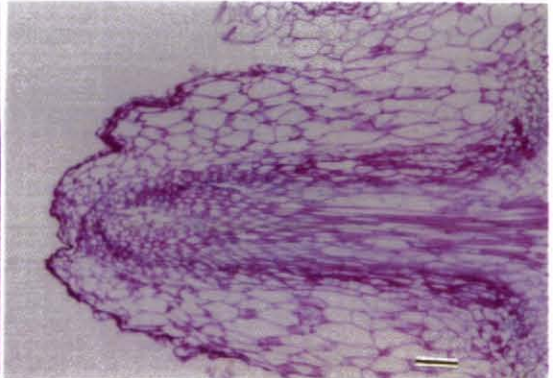
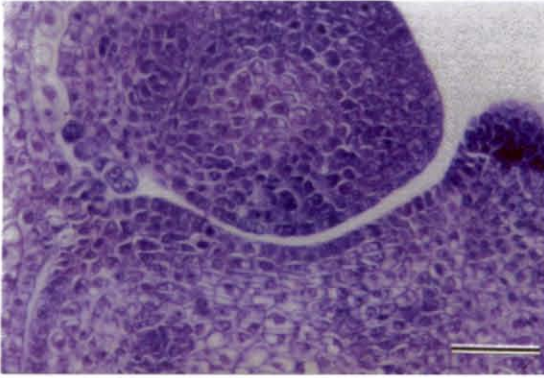
コケ 維管束植物に似た横断像を示し、内部と、表皮に分化した構造を示している。しかし多くは糸状組織である(図30)。

海草 コンブ 種類は色々であるが、この標本の表面上皮は細胞が密に並び、5、6個細胞が表面



12 | 13
14 | 15
16 | 17
18 |

- 図 12. バラ、茎横断面。位相差条件下で、木質部、形成層、厚壁組織、基本組織が明らかである。
- 図 13. バラ根部横断。表皮上皮が数個座布団を重ねた様に並んでいる。外側に菌根菌が共生している。
- 図 14. 松葉。維管束の周りに基本組織の細胞が取り囲んでいる。
- 図 15. 大豆発芽部の茎頂部。上皮の種類がつけにくい所がある。
- 図 16, 17. 成長した大豆の葉。1層の表皮、基本組織、維管束からなっている。
- 図 18. 大豆の根層組織。一見肝臓に見える。



19|20
21|
22|23
24|25

図 19. ササギ。茎頂部の増殖する部は1層の上皮と、それとはわかりにくい部がある。

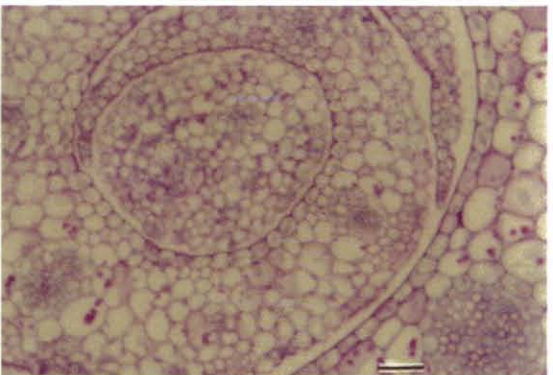
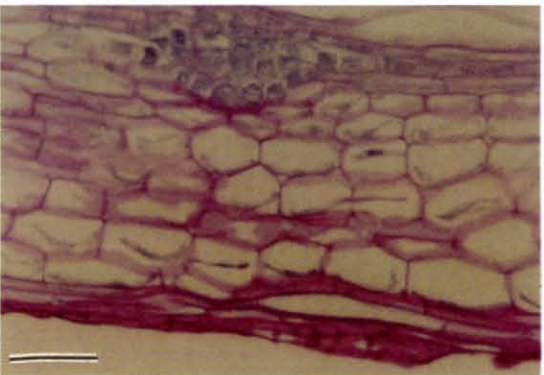
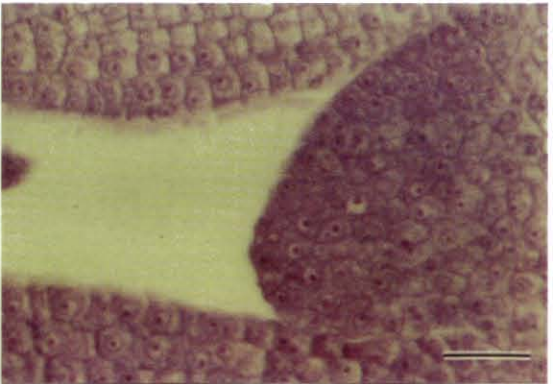
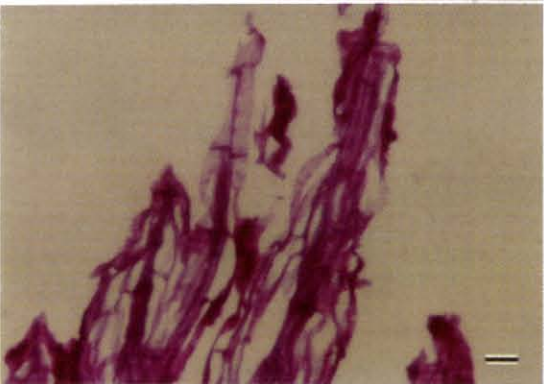
図 20. 輪状に取り巻く維管束より、分枝がでている。

図 21. 維管束と、周囲の基本組織との境界に小さな点状の裂口が並んでいる。

図 22、23. コシヒカリ。茎頂部の増殖部分が分化がすすんでいない。

図 24. 茎の一部には増殖細胞集がある。

図 25. 葉部起始部中央部横断は分化がみわけにくい。



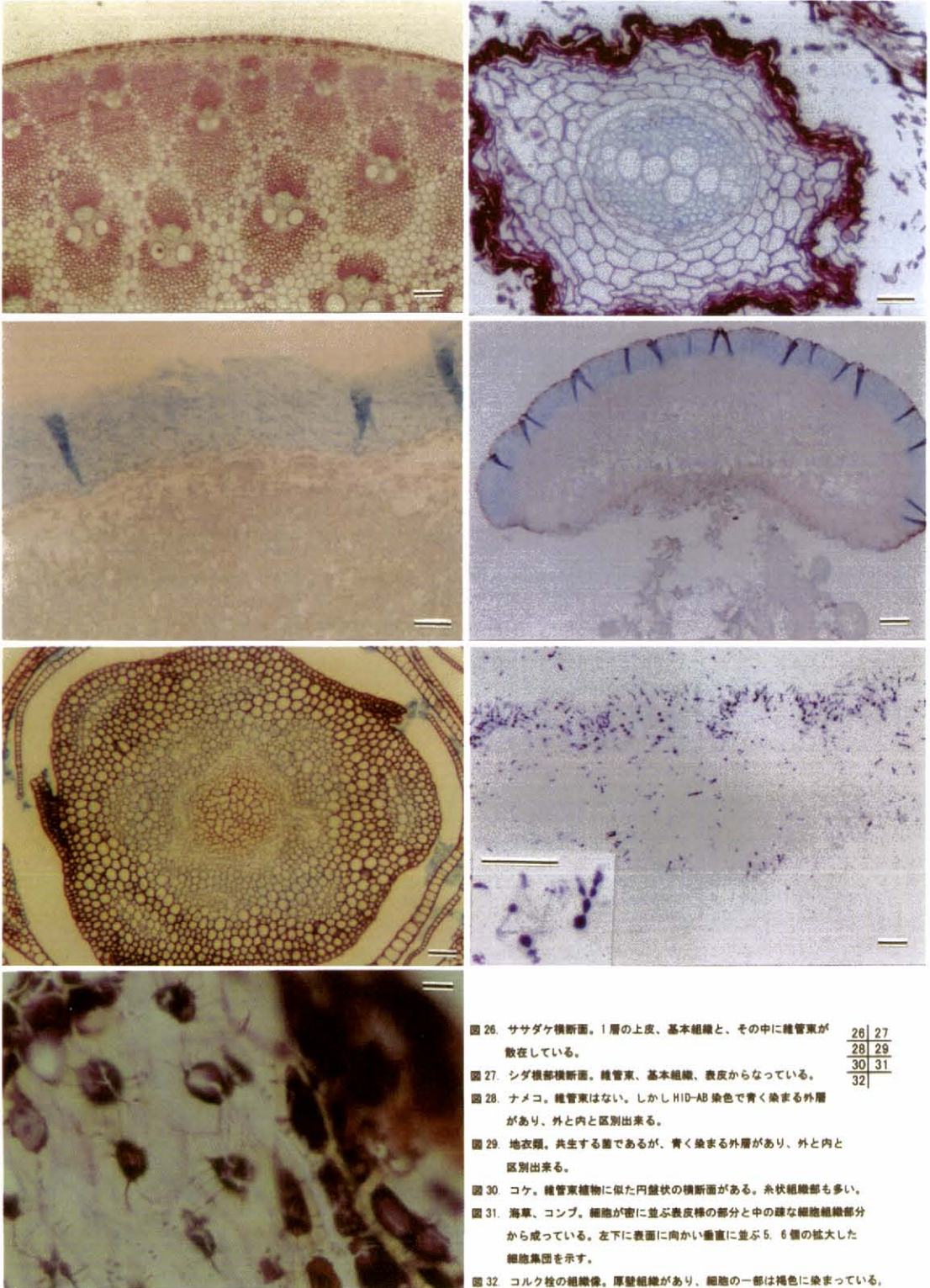


図 26. ササダゲ横断面。1層の上皮、基本組織と、その中に維管束が
 散在している。 26 | 27
 図 27. シダ根横断面。維管束、基本組織、表皮からなっている。 28 | 29
 図 28. ナメコ。維管束はない。しかしHID-AB染色で青く染まる外層
 があり、外と内と区別出来る。 30 | 31
 図 29. 地衣類。共生する菌であるが、青く染まる外層があり、外と内と
 区別出来る。 32
 図 30. コケ。維管束植物に似た円盤状の横断面がある。糸状組織部も多い。
 図 31. 海藻、コンブ。細胞が密に並ぶ表皮層の部分と中の疎な細胞組織部分
 から成っている。左下に表面に向かい垂直に並ぶ5、6個の拡大した
 細胞集団を示す。
 図 32. コルク柱の組織像。厚壁組織があり、細胞の一部は褐色に染まっている。

に向かって垂直に並び、表皮様に見える。左下一部拡大像（図 31）。中の組織は不規則な細胞の配列から成っている。一部表層に生殖細胞の集族がある。外と内の区別がある。種類によってはただ糸状である。

検 討

1. 植物に胚葉概念の導入について

胚葉の概念は動物において区別は絶対的なものではないことが立証されているが³⁾、ヒトを含めて動物の成体の形を理解するには良い表現であり、臨床的にも重要である。著者は食道・胃粘膜接合部の胚葉起源について論じてきている⁴⁾⁵⁾⁶⁾。

しかし胚葉にこだわることに賛成しない意見もある⁷⁾。ヒトの食道・胃粘膜接合部は外胚葉、内胚葉の境界であると主張は見られないが⁸⁾、著者は光学顕微鏡レベルであるが外胚葉、内胚葉の境界であると考え。今回新潟大学内藤教授より検鏡する機会を頂いたラット 13 日胚においても、食道側上皮には扁平な周皮細胞 pericytes がみられ、胃側に入るとそれが見られず、境界はある（図 2）。う骨鶏 11 日胚においても境界をみる。しかし成体でみるような境界の判定はわかりにくい。発生初期において EG junction が見分けにくいのは発生の時間的な問題と考える。

植物組織について参考にした文献より、維管束植物においては表皮、基本組織、維管束と大きく区別出来る⁹⁾⁻¹⁶⁾。

植物組織に胚葉概念を導入の可否を検討するには一つの種について観察する事がわかりやすいとし、シラカバを先ず選んだ。

シラカバは白い表皮を持ち、断面において層が区別しやすい。表皮には短く水平に走る皮目があり、表皮下の実質組織に緑色の栓緑皮（木栓皮層）部分がある（猪野）¹⁾。木質部の外側には薄い形成層がある¹⁷⁾。形成層に接して基本組織がある。基本組織細胞の中には顆粒状の細胞質があり、PAS 染色で赤くそまる。糖質である。栄養代謝を行っている。動物の腸管、肝臓に相当する組織即ち内胚葉に当たると解釈できる。この基本組織の中に

木質からつながる維管束の道管が入り込んでい。ヒトに較べると血管、支持組織の中胚葉に相当する。

表皮は図 7”に見る様に座布団を重ねたように上皮が並んでいる。接する基底には基本組織と細胞の形、大きさ、細胞壁の位置が異なる。木栓形成層ともされている。表皮は密な多層細胞層と疎な細胞層があり、年輪状構造を示している。この表皮部分を木栓と表現するのは理解しにくい。増殖する細胞層は表皮にもあり、猪野は Eames and MacDanel 著書の中で木栓形成層と紹介しているが、これは表皮形成層としなければ理解しにくい。植物の形を理解する上で重要である。座布団を重ねたように増殖した細胞は動物の骨端成長板 growth plate にもみられ興味深い¹⁸⁾。

シラカバ表皮の白さは含まれているベチュウリンや、細胞壁の均一性、均一な細胞の並び方によると思われる。肉眼的、組織学的にシラカバの組織像を整理、理解しやすい。

葉も根も基本的には表皮、基本組織、木質からなる。樹木の基本的な組織を理解するにはシラカバは標準的な種と考える。

光学顕微鏡位相差条件での観察で上記組織区分がわかりやすい。形成層を境として木質部、基本組織部、表皮の層は明らかである。

植物には胚葉という表現はとられてない。ただコムギの初期発生において胚盤、外胚葉の表示がある¹⁹⁾。戸部は成長した双子葉植物では表皮、基本組織、維管組織系から成っており、そして各種の形の違いは各系の相対的分布位置の違いと理解出来ると記している。

しかし見解の違いもある。例えば樹木についてコルクという表現も複雑である。

コルクの樹は日本では普通みられない。しかしワインコルク栓にみるように簡単にコルクそのものは観察できる。基本組織と、その中に束状に散在する厚壁組織からなっている（図 32）。コルクは表皮に出来る組織ではないと考える。コルク組織の標準的な理解が必要である。

表皮は動物の外胚葉に相当すると理解出来る。これには異論はないと思われる。

結論的には植物において外胚葉、内胚葉の境界は気孔で、表皮と基本組織との境界部分と考えている。

バラ、桐、クルミ、ダイズ、ヘチマなどの双子葉植物は基本的には共通した組織像である。単子葉植物のコメ、水仙、笹竹などの表皮は1層の上皮であるが、基本的な表皮、基本組織、維管束の構造は双子葉植物と共通していると理解する。単子葉植物では発育の初期より茎と葉の性質を共に持つようになったと考える。

藻類、コケ類、地衣類は菌糸の塊が発育し、表面と内部には異なる性質を持つようになったと推測する。ナメコにおいてはHID-AB染色で外と内が区別される。境界部では褐色色素を有する細胞をみる。地衣類は共生の植物として興味深い。これらは外と内の差が見られる。外と内の区別は重要で、外胚葉、内胚葉の整理の仕方の出発と理解したい。

2. 茎頂部について

植物において発育部の茎頂部、根部では、表皮、維管束が形成されながら発育する。この部の組織分化はとらえにくい。従って胚葉という区切りで茎頂部を見ることは難しい。この関係は食道・胃粘膜接合部を有する動物にも共通して難しいと考えられる。発生遺伝学的な検討は多くなされている。植物は茎頂部、根冠部において外へ、外へと大きくなる²⁰⁾⁻²²⁾。動物は上皮の一部は内へ、内へともぐりこむ。食道は食道・胃粘膜接合部で内胚葉と結びついている。鰓、気管、肺は外胚葉上皮が中へ、中へと落ち込んでいったと理解出来る。この動物と植物との対比の意味は大きい。

3. 補足

茎(幹部)には表皮の下に緑色の部分がある。基本組織に葉緑体を持つ細胞を有していると考えられる。葉の構造と共通性がある。

ダイズの根には根瘤バクテリアの結節がある。組織像では大きな細胞からなり、細顆粒状のものがある。一見肝臓の組織を思わせる。基本組織の細胞と共生しているものと思われる。

NATURE 最近号に中国で発掘された化石 An armoured Cambrian lodopodian は、植物との関係において興味ぶかい²³⁾。

結 論

動物に使用している外胚葉、内胚葉、中胚葉の区分は、植物にも使用する事により、両者をより理解できる。

謝 辞

診療のかたわら検討を続ける機会を与えて頂きました伊藤 勝町長はじめ、西会津町民診療所スタッフの皆様、旧新潟大学医学部病理学教室の諸先生、特にラット胚子の標本を観察させて頂きました内藤 眞教授、及び味岡洋一教授に厚くお礼申し上げます。標本作製に協力して頂いた江東微研病理研究所新潟分室に感謝申し上げます。その他大勢の方々のお世話になりました。最後にこの研究に終始協力して来てくれた妻に感謝します。

参 考 文 献

- 1) 猪野俊平：植物組織学 内田老鶴圃新社，東京，1954。
- 2) 神坂盛一郎：植物の形態形成における細胞壁の役割 生物の科学 遺伝：別冊6号 25-32，1994。
- 3) 山田常雄，前川文夫，江上不二夫，八杉竜一，小関治男，古谷雅樹，日高敏隆 編集：生物学辞典，第3版，p1006，1983。
- 4) 小林貞夫：食道・胃粘膜接合部の胚葉起源。新潟医学会誌 120: 81-106，2006。
- 5) 小林貞夫：食道・胃粘膜接合部(EG junction)よりみた動物の類似。新潟医学会誌 122: 572-584，2008。
- 6) 小林貞夫：食道・胃粘膜接合部の胚葉起源について追加報告。新潟医学会誌: 527-536，2009。
- 7) 前川文夫：植物の進化を探る 岩波書店，東京，1969。
- 8) 岡田節人編：脊椎動物の発生 上，培風館，1989。
- 9) 福田裕穂〔編集〕：朝倉植物生理学講座④ 総編集=駒嶺 穆 成長と分化 朝倉書店，東京，

- 2001.
- 10) 戸部 博：植物自然史 朝倉書店，東京，1994.
第11刷，2006.
- 11) Lynn Margulis 永井 進監訳：細胞の共生進化
[上] p194 地衣類における共生進化 学会出版
センター，東京，1985.
- 12) 原 襄：植物形態学 朝倉書店，東京，1994.13
刷，p64，2009.
- 13) 増田芳雄：植物生理学 培風館，京大，1977.
- 14) 傅田光洋：賢い皮膚—思考する最大の<臓器>
ちくま新書 p048，2009.
- 15) 江上信雄/飯野徹夫 編：生物学① 原 襄
維管束植物の個体発生 p339 - 355，1983.
- 16) 福島和彦，船田 良，杉山淳司，高部圭司，梅沢
俊明，山本浩之 編集：木質の形成 バイオマ
ス科学への招待 海青社，2003.
- 17) Eames A J and MacDaniels L H: PLANT ANATO -
MY, McGraw - HILL BOOK COM. NEW YORK
and LONDON, 1947.
- 18) 佐々木宗輝，本郷裕美，長谷川智香，山本恒之，
網塚憲生：骨を支える細胞—骨細胞，O.li.v.e.1,
p6 - 9，2011.
- 19) 本田正次 監修，山崎 敬 編集：現代生物学
体系 7a2 高等植物 A2，中山書店，東京，1984.
- 20) 濱 健夫：植物形態学，コロナ社，東京，1958.
- 21) 本田久夫：シートからの身体づくり 生物が採
用した自己構築法 中外新書 東京，1991.
- 22) 古谷雅樹：植物的生命像 人類は植物に勝てる
か BLUE BACKS，東京，1990.
- 23) Liu J, Steiner M, Dunlop J A, Keupp H, Shu D, Ou
Q, Han and J, Zhang Z : An armoured Cambrian
lobopodian from China with arthropod - like ap -
pendages. Nature 470: 526 - 530, 2011.
(平成 23 年 3 月 29 日受付)
-