



Title	エゾタケに由る針葉樹心材腐朽に就いて
Author(s)	亀井, 専次
Citation	北海道大學農學部 演習林研究報告, 14(2), 155-162
Issue Date	1949-12
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/20676
Type	departmental bulletin paper
File Information	14(2)_P155-162.pdf



エゾタケに由る針葉樹心材腐朽に就いて

龜井專次

第一 緒言

昨春筆者は我が林學講堂福山教授等の企圖せられた腐朽材の化學的研究の材料蒐集に方り、之が選別を行ふ目的で半澤助教授、川瀬助手等と行を共にして天鹽國北母子里雨龍演習林に出張した。其處で先づ、エゾマツ丸太元口に存した本道内に極めて普通に見らるるカイメンタケに由る褐色腐朽材を選定し得たが、更に立木からも材料を取るべくアカエゾマツの一樹を物色して之を伐倒した。然るに其の腐朽心材部は稀に見る腐朽型を露呈したのである。該材料は札幌に運ばれ、上記諸氏の研究に供せられたと共に、筆者も亦腐朽材片より菌絲を分離して人工的に菌叢の一部を形成し得たのみならず、珍らしき腐朽型の特徴から判斷して正にエゾタケに由るものと決定し得た。同年秋季再び同演習林に赴き、既往の伐根を再檢して當該菌叢を觀察し益々其の感を強めた。元來エゾタケなる名稱は昭和18年に今關六也⁸⁾氏によりて從來我國に産することの全く知られなかつた *Polyporus borealis* FR. に附せられたものであるが、之が種名の發表はスエーデンの菌學者 E. M. FRIES⁵⁾ により爲され、實に1821年の昔である。以來 PATOUILLARD(1900)¹⁾, SACCARDO^{15),16)}, NEWMAN¹²⁾, BOURDOT et GALZIN²⁾, LLOYD¹⁰⁾, LAWE⁹⁾ 及び SHOPE¹⁷⁾ 等も菌學的記述を試みたが、腐朽材の研究は HARTIG R.⁷⁾ を以て嚆矢とする。其の他 TUBEUF 及び SMITH¹⁸⁾, NEGER¹¹⁾, ATKINSON¹⁾, RANKIN¹⁴⁾, FALCK⁴⁾, BOYCE³⁾ 等の研究報告並びに記述がある。一方菌の培養的研究に就いては FRITZ⁶⁾ によりて行はれた。

以上の如く我が國にありて本菌に關する報告は殆んど皆無とも言ふべき状態であるから、茲に昨年來の研究經過を取纏めて速報的に記述する。本研究は文部省科學研究費に依りて行はれたことを因記し度い。

第二 被害腐朽材の狀況

觀察したアカエゾマツは天鹽國北母子里北大演習林試験地内に在つたが、昭和23年3月26日に腐朽材の化學的研究の目的で伐倒した。樹高26m、伐採高2.3m、其の直徑75cmで3m迄は空洞になつて居たが、心材部の變色は更に2m尖までに達し、其の頂端は幾分灰色を

呈して居た。但し支根にありては細い部分まで腐朽して居らず、空洞部に近い所で止まつて居る如くであつた。又被害樹腐朽区域の略ぼ中央の高さの所では、其の心材部が光澤のない黄褐色となり、健全材の卵白色の材質に比して著しい差違があつた。次に被害の甚だしい箇所の材にありては、放射断面で見ると水平方向に走る種々の間隔を距てた多くの略ぼ平行な線状・帯状の白色菌絲叢が内部からはみ出した様になつて現れて居た。其の中の或局部が厚く他の部分は薄くなり、 $\frac{1}{5}$ 乃至2 mmに亘るものが見られた。厚い所では其の縁に不規則な鋸齒状凹凸があつた。そして此の菌絲叢の長さは僅かに1 mm以下のものから1-2 mmもあつて1年輪全體に亘るもの、數ケの年輪を通じて更に長く續くものもあつた。又年輪界の所で折れて他の菌絲叢と連絡するので階段状を呈して居ることも尠くない。更に接線断面では放射断面と同様白色菌絲叢が長いもの、短いもの、厚いもの、薄いものが交互に、或ひは一つに限られて現はれることがある。尙春材部と秋材部とでは著しい差があつて、前者の方が比較的甚だしく冒されて居た。次に横断面では年輪界の所から春材部に相當する區域が比較的著しく菌絲叢によつて占領せられ次第に秋材部の方に少く見えた。時には秋材部をも破壊して次の年輪界に達して居ることもあつた。之を要するに一年輪の春材部から秋材部に向つて射出組織に添ひながら、別言すれば水平方向に而も御互ひの間に一定の間隔を持ちて菌絲叢が發達して行くのである。勿論斯くの如くなるには其處に組織の解體による空隙部が出来るからであつて、此線状空隙部から面状空隙部に發展して行く順序は比較的厚膜の細胞より出来て居る秋材部の被害の状態によつて察知することが出来る。

以上菌絲叢によつて生ずる一種の斑紋は全く獨特のものであつて HARTIG⁷⁾, TUBEUF and SMITH¹⁸⁾, NEGER¹¹⁾, FALCK⁹⁾ のオウシウトウヒに於ける, ATKINSON¹⁾ のカナダツガに於ける被害材の圖又は寫眞によりて其の状態を了解することが出来る。乃ち被害材は菌絲の發達並材の收縮によりて横斷、放射、接線の三方向に空隙が生ずる爲め、遂に立方形の小材片として互ひに分離する様になる。HARTIG⁷⁾ (S. 54) は「變色部の各年輪界に近い所に多くの黒小斑が生じ間もなく消失する。そして之と同時に先づ春材部に1-1.5 mm程の菌絲の詰つた水平空隙が相重なつて生ずる。…接線断面では空隙は時に3-5 cmも續く。…空隙は廓大して年輪界に到達するが多くの場合は其處で止まり、次の年輪では別の高さにて獨自に生ずる」との意を記してある。我がアカエゾマツの被害幹の激害部に於て同様な状態を見た。

以上の如き腐朽は一見殆かもアヒカハタケ、エブリコ等による被害材にも見らるることあるも、之等の場合には腐朽材片の間に介在する菌絲叢は暖皮狀の比較的確な組織であるが、エゾマツの場合はそれ程密でない。又前者の菌による腐朽は赤褐色の方形腐朽型の典型的場合で

あるが、エゾタケに由るものは黄白色又は淡褐色で、割裂によりて生ずる小材片は規則的な立方扁平體で、指間に壓して粉化することが出来る様な前者の特徴を示さない。

第三 病 源 菌

以上の如き腐朽型は特異のものであるから、筆者も一度之に氣付いてからは是が從來我國に報告されて居る腐朽型のどれとも一致しないことを直感し甚だ興味を覺えた。但し最初に腐朽材を目撃したのは早春雪深い林中に於てであつたから、此の腐朽を惹起する菌叢に就いて詳しく調べることが出来なかつた。それで再び之を發見調査の要を感じ、昭和24年9月22日現地に行き、吾等が春季に伐倒した根株を觀察した。然るに其處には白色・肉質の菌叢が多數發生し、支根の樹皮上に散在するのを認めた。又同一試験地の別の箇所で調べたアカエゾマツ老枯損木では前記と同じき菌叢が地上2m位の處に生じ居るを観た外、其の附近に倒れたアカエゾマツ枯損木樹皮上にも多數散生して居た。更に北母子里驛土場に積重ねたアカエゾマツ丸太元口の断面にも非常に多數の同種菌叢が0.5-1.0cm位の間隔を距てて密生し、其の基部が癒着一體となりて重生するもの、或ひは横に連結着生するものもあつた(Fig. 3)。1ヶの菌叢に就いて見ても完全に半圓形になりて着生することもあり(Fig. 1)、其の附根が下方に延長して蛭状になつて居ることもあつた。尙肉眼的及び顯微鏡的特徴による菌傘の形態に関する分類學上の記載文は次の如し。

Polyporus borealis FRIES, Syst. Myc. 1:366, 1821.

Spongipellis borealis (FR.) PAT. Ess. Tax. Hym. p. 84, 1900.

Tyromyces lorealis (FR.) IMAZEKI, Bull. Tokyo Sci. Mus. No. 6, p. 84, 1943.

子實體は短小にして多少共鮮明なる柄を有す；柄は側生又は中央生、時に狭小なる部分にて寄主に附着するか又は無柄；半圓形又は扇形、重疊して生じ其の基部にて癒着することあり、多くは孤生、時に2又は數ヶ横に連合す；多少肉質、乾燥すれば纖維狀・革狀・軟骨狀・鼈甲狀となる。横徑5-12cm、奥行徑3-12cm、厚さ0.5-3cm；表面は絨毛密生、多少覆瓦狀配列をなす、輪層なし、初め純白色、時と共に微黄色、帶黄褐色、帶紅黄色；肉は比較的薄きもの並びに稍厚きものあり；周縁平滑なるか又は多少缺刻を有し、菌傘裏面に不實帯なし；實質は肉質、白色、2層より成る。上層は略ぼ平行なる菌絲叢より成り、比較的粗鬆なる纖維質を呈し、下層は稍堅實なる纖維質を呈す。0.2-2.0cmの厚さを有す；菌絲は透明、稀に分岐、厚膜又は薄膜、6~7 μ の太さを有す；菌孔は眞直にして長さ不同、長さ1cmに達す、新鮮時は白色又黄色を呈するも乾燥すれば黄褐色となり、膠質又は角質を呈す；孔口は菌孔と同色、角形、迷

宮狀又は不規則，1 mm の中に 1-2 ケ；隔壁は薄く時に針狀となることあり；子實層は無色，厚さ 15 μ ；剛毛體は多數にして無色，棍棒狀，長さ 25-28 μ ，巾 8-15 μ ，子實層より 16 μ 位突出するか全く埋えず，尖端近くは厚膜となる，稀に尖端又分す；擔子柄は無色，5-6 μ の巾を有す；胞子は無色，橢圓形又は卵形，平滑，長さ 5.6-7.0 μ ，巾 4.2-7.6 μ 。

寄生樹木： アカエゾマツ・トドマツ

標本： アカエゾマツ立木及び丸太上，北海道天鹽國雨龍郡北母子里北大演習林試験地，昭和 23 年 3 月 26 日，昭和 24 年 9 月 22 日，龜井專次
トドマツ丸太上，北海道天鹽國中川郡上音威子府驛土場，昭和 16 年 9 月 29 日，龜井專次

腐朽型： 立方體白色心材腐朽

分布： 日本北海道，歐洲北部（獨逸・佛蘭西・瑞典），北米等

[註] HARTIG⁷⁾ は子實体の形に關して“hucklige”なる形容詞を用ゐて，中央部が厚く周縁に薄くなる意を示し，又挿圖にもかかる特徴を認めることが出来るが，アカエゾマツ・トドマツに生じたものは，基物に附着した部分から縁に行くに従ひ漸次薄くなつて居るものが多くあつた。乾燥すれば比較的短時間の後に蠟質，軟骨質，角質を呈すること顯著で，長時間フォルマリン漬標本でも取出してから 2-3 日の後には硬化して鼈甲狀になつた。NEGER¹¹⁾ の圖，ATKINSON¹⁾ の圖等にありては菌叢が其の基部にて合して花冠狀又は重疊して生ずることを認むるが，北海道にての場合は多くは各個体は離れて群生して居つた。HARTIG⁷⁾ は伐根上にもみ見出すとせるも，北海道では衰弱立木の表面にも發生して居つた。又子實体の大きさに關しては歐洲の文献（HARTIG⁷⁾，BOURDOT et GALZIN²⁾）に記せる場合は北海道の夫れに近いが，北米の文献，殊に SHOPE¹⁷⁾ の場合は稍大形を思はすが，LOWE⁹⁾ の場合は筆者の觀察せるものと大差ない。子實体によつて擔子胞子の大きさの異なる品種の實存如何に就いても尙筆者の調査は不充分である。

第四 分離並びに培養

前述せる北母子里演習林にて伐倒し，本菌菌絲の埋せるアカエゾマツ腐朽材の 1 小片を昭和 23 年 4 月 1 日表面滅菌の操作をして，麥芽汁寒天培養基上に置き，之を 24°C の定温器内に移したるに，木材小片の一端より數日の後に純白色の菌絲を生じ來り，漸次培養基上に密着匍生し，遂に斜面培養基の最下部迄一面に擴大した。尙醬油寒天（齋藤氏），人參煎汁寒天，馬鈴薯煎汁寒天，麥芽汁寒天並びに合成培養基の 5 種につき比較培養を試みたが，匍匐菌絲の生長状態は人參煎汁，馬鈴薯煎汁，醬油，麥芽汁寒天の場合は良好であつたが，合成培養基にあつては著しく不良であつた。此等を通じ約 1 ヶ月後の状態を記すれば次の如くである。

菌絲叢は比較的短期間に相當の厚味に達し，屢々試験管の基部を時には上部をも充塞することあり。殊に人參煎汁寒天培養基等の場合に於て然り。其の一應生長を終りたる時の表面の

状態はフェルト状又はピロード状を呈す。

管筒の上方に至るに従ひ菌絲密度薄く、或は白粉を振りかけたかの如く、或ひは處々に小形の斑點の散布するを見るに至る。又培養基の表面に所々一定せざる小球状又は斷續する畝状突出部を生じて平坦ならざる事もあり、例へば馬鈴薯煎汁寒天、麥芽煎汁寒天の場合の如し。時にやや古き培養の菌絲叢の表面が黄色・クリーム色・飴色を呈して膠質を帯び來ることあり、更に數枚の筵状突出部として簇出することあり(第2圖)。菌絲の成長速度はむしろ緩慢であつた。

次に顯微鏡下にありては空中菌絲は3-4 μ の太きものより0.5 μ 位の極めて細きものあり、而して細きものは其の尖端針の如く尖り、太きものより分岐す。又數箇連絡して網目状をなせるものあり。有隔にして扣子體は多し。稍古き培養に見らるる多少埋在し、老熟せる菌絲には厚膜胞子を多數見らる。菌絲の尖端又は中間に存し、其の形、球形・橢圓形・西洋梨形・棍棒状、其の他不規則の輪廓を有し、長徑9.8-18.5 μ 、短徑7.0-11.3 μ あり、周縁は平滑にして密或ひは粗なる粒状の内容を有す。又所々に碳酸石灰の結晶を多く見る。次に上述せる培養基上の菌絲面が膠質化して、時に突起を生ずることは子實體の子實層の現出に他ならずして、かかる組織形成の菌絲を見るに原形質を多量に包有する細胞より成り、擔子胞子成生に與るものと思はれた。時に子實層に菌孔を形成せるものについて鏡見したが、特有の剛毛體を見ることを得た。之は昭和24年4月1日に木片を麥芽汁寒天培養基上に置いてより156日目(9月2日)に生じた。其の他馬鈴薯煎汁寒天、麥芽汁寒天上に針状又は筵状突起として簇生した。是等は菌絲を植繼ぎてより約1ヶ月にして發生した。今子實層生成の培養試験管十數本中顯著なるものを表記すれば次の如し。

培養基上子實層生成記録

培養基種類	分離並びに植繼期日	子實層發見期日	日數	備考
麥芽汁寒天	Ⅳ 1 '48	Ⅹ 2 '48	156	孔状
馬鈴薯煎汁寒天	Ⅱ 12 '49	Ⅲ 12 '49	28	針状
麥芽汁寒天	Ⅱ 10 '49	Ⅳ 15 '49	64	孔状並びに襞状
〃	Ⅱ 12 '49	Ⅳ 8 '49	51	筵状
馬鈴薯煎汁寒天	Ⅱ 10 '49	Ⅳ 8 '49	51	〃

第五 寄生樹木並びに被害の程度

北海道に於ては本菌に由る被害樹木は目下の處アカエゾマツとトドマツに限らる。之を外國の報告に徴するに、獨逸にありてはオウシュウトウヒを腐朽することを HARTIG⁷⁾ 其の他の書かれた文中より知り得らると共に LLOYD¹⁰⁾ の記事に據れば“北歐にてはモミ屬に多數生ず”

とあり、又 BOURDOT et GALZIN²⁾ に據れば佛蘭西ジュラ地方にては“Sapin”乃ちモミに生ずる事を記せり。更に北米及びカナダ地方にては NEWMAN¹²⁾ は Wisconsin 洲にて Poplar の丸太に生ずると記せるが、又 ATKINSON¹⁾ に據れば Hemlock, Red spruce (*Picea rubra*) に生ずることを記してある。又 FAULL は *Abies balsamea* の心材腐朽を起すことありと報じて居る。又 LAWE⁹⁾ は *Tsuga*, Pitch Pine 等に生ずると記して居る。今是等の樹種名及び産地を列記すれば次の如くなる。

<i>Picea Abies</i> KARSTEN	北 歐
<i>P. rubra</i> DIETR.	北 米
<i>P. Glehni</i> MAST.	北 海 道
<i>Abies pectinata</i> DC.	北 歐
<i>A. balsamea</i> MILL.	加 奈 太
<i>A. sachalinensis</i> SCHM.	北 海 道
<i>Tsuga canadensis</i> CARB.	加 奈 太
<i>Pinus rigida</i> MILL.	北 米
<i>Populus</i> sp.	北 米

尙被害木の本数調査は未詳なるも、昭和 23 年 3 月 26 日の調査では、北母子里北大演習林内の 3ヶ所で少くとも 5本のアカエゾマツを被害木として認めた。其の他天鹽第一演習林並びに恵庭營林署貯木場にて合計數本のトドマツ(アカトドマツ?)にも認め得た。故に今後詳しく調ぶるときは恐らく相當の本数を見出さるるものと思はれるも、FAULL (FRITZ⁶⁾ p. 228) に據れば、“バルサムモミに稀に心腐れを起す”とある。又一被害木の幾何部分が腐朽さるるやに關しても未だ確實ならざるも、筆者の乏しい経験では地上 4m 位迄上るものと信ずる。RANKIN¹⁴⁾ は恐らく ATKINSON の原著を見居ると思はるるが、其の著書中に、樹幹の基部より尖端迄冒さるること、又樹幹の尖端近くの小枝が枯死することを記してあることも興味深い處である。

第 六 腐朽材の化學的檢討

本菌に由る腐朽木材の化學的研究は HARTIG⁷⁾ の報告が最始ならん。同氏は菌絲の侵入によりて材の細胞膜の内壁を冒し、之を纖維素の多き物質と化せしめ粘液状を呈したる後外膜と分離すること、其の他假導管壁の分解過程に關して説述した。RANKIN¹⁴⁾ は恐らく ATKINSON の記事をそのまま引用したものと思はるるが、腐朽部にある菌絲が時と共に消失し、空間部が出来るのと材の收縮によつて特徴ある腐朽をなすと記して居る。FALCK⁴⁾ は本菌に由る腐朽を

所謂“Rotfäule”の擬似形なりとし、實は Corrosionsfäule (白色腐朽) に屬するものとせり。吾が北大林學教室にても、本菌によるアカエゾマツの腐朽材を化學的に検討したる福山・半澤並びに川瀬諸氏の實驗結果に據ると、材の全ペントウサン及びリグニンに比し纖維素の比較的少量減少を來し、白色腐朽の型に入るべきものと決定せられた。委細は同氏等の後報に俟つ。

第七 摘 要

1. エゾタケ (*Polyporus borealis* FR.) は歐米等にては針葉樹の心材腐朽をなすことが知られてゐるが、我國には斯かる報告は從來見られない。
2. 本菌は被害材片が扁平立方體の小片に割裂し、所謂 Cuboidal heart rot を惹起し、一見すれば黄褐色を帯び、褐色腐朽とも思はれるが實は白色腐朽に屬せしむべきものである。
3. 病原菌叢は白色小形の數多き1年生肉質の菌傘として被害樹幹の根部、幹側及斷面等に生じ9-10月に現出する。暫時乾燥したものは餛色の軟骨狀又はスルメ狀の堅硬なる質に變ずる特徴がある。
4. 寄主樹木は、北海道でアカエゾマツ・トドマツであるが、外國ではオウシウトウヒ・カナダツガ・オウシウモミ・リギダマツ並びに Poplar 等にも生ずると云ふ。
5. 目下の處、アカエゾマツ・トドマツでは地上約12尺位までの心材部を腐朽さす如くであるが、北米の記事によると根部より尖端まで及ぶと云ふ。
6. 被害アカエゾマツ腐朽材片より出た菌絲を人工培養基に培養したが、約1ヶ月で菌絲が試験管内培養基斜面を完全に且厚く被覆し屢々管を閉塞する。又156日目に菌の子實層の組織が生ずるのを見た。

文 献

- 1) ATKINSON G. F.: Mushroom p. 9-10, fig. 9-10, 1911.
- 2) BOURDOT H. et A. GALZIN: Hymenomycetes de France p. 535, 1928.
- 3) BOYCE J. S.: Forest-pathology p. 437, 1929.
- 4) FALCK R.: Neue Mitteilungen über die Rotfäule. Mitt. Forstwirts. u. Forstwiss. S. 525-528, 1930.
- 5) FRIFS E. M.: Systema Mycologicum I. 366, 1821.
- 6) FRITZ CLARA: Cultural criteria for the distinction of wood destroying fungi. Transact. of the Royal Soc. of Canada p. 228-232, 1924.
- 7) HARTIG R.: Zersetzungen des Holzes der Nadelholzbaume u. d. Eiche. S. 54-57, Taf. X, fig. 1-10, 1878.
- 8) 今關六也: 日本産サルノコシカケ科の諸屬, 東京科學博物館研究報告 6, p. 84, 1948.
- 9) LAWE J. D.: Polyporaceae of New York State (Pileate species). Bull. of the New York State Coll. of Forestry, Syracuse Univ. Tech. Bull. No. 41, p. 75-76, 1934.

- 10) LLOYD C. G.: Synopsis of the Section Apus of the Geuns Polyporus p. 326, figs. 668-670, 1915.
(Mycological writing vol. IV).
- 11) NEGER, F. W.: Die Krankheiten unserer Waldbäume u. wichtigsten Gartengehölze. S. 225, fig. 198-199, 1919.
- 12) NEWMAN, G. G.: Polyporaceae of Wisconsin p. 95, pl. XI, fig. 39, 1914.
- 14) RANKIN, W. H.: Manual of tree-diseases p. 185, p. 329, 1918.
- 15) SACCARDO, P. A.: Sylloge Fungorum VI p. 134, 1888.
- 16) „ & A. H. DALLA COSTA: Flora Italica Cryptogama, Hymeniales Pars. II p. 987-988, 1916.
- 17) SHOPE, P. F.: Polyporaceae of Colorado. Ann. Miss. Bot. Gard. XVIII p. 335-336, pl. 20, 1931.
- 18) TUBEUF, K. F. & W. G. SMITH,: Diseases of Plants induced by Cryptogamic parasites p. 439-440, figs. 271-272, 1931.

Résumé

A heart-rot of conifers caused by *Polyporus borealis* FR. in Japan.

By SENJI KAMEI

In this paper, a heart-rot of coniferous trees, caused by *Polyporus borealis* FR. (Yezo-take), which has heretofore rarely been noted in our country is reported. On March 26, 1948, the characteristic heart-rot of Glehn spruce was first found by the writer in a living tree standing in a plot of the Uryū Experimental College Forest, Prov. Teshio. At first, he thought that it was caused by *Polyporus sulphureus* (BULL.) FR. whose aerial mycelia on some culture media have known to present a variety of pale salmon and buff shades. From the small pieces of the decayed wood, however, pure white mycelia were isolated on the malt agar medium. In one culture tube, a pore layer was even observed about 156 days after isolation. In several other subcultures, similar as well as somewhat lamellate hymenia also appeared after shorter periods (Fig. 2). In September of the same year, a search for the causal fruiting bodies was specially made in the same plot. There were detected very characteristic, fleshy, white, medium sized fructifications of *Polyporus borealis* gathered on the bark of the butt of the same tree as well as on a log-end of a similar spruce piled at the neighboring collecting place (Fig. 1 a:b and Fig. 3). Microscopically both fruit bodies coming from cultures and from nature were perfectly identical. Though the decayed wood apparently looked like brown rot, Falck and Lawe already made it belong to white rot respectively. The similar conclusion was recently reached through an investigation on the same material made by the chemical laboratory of our forest institute. Among specimens of the personal herbarium of the writer, there has been found another collection of the same fungus which was detected on a decayed Saghalian fir at a plot of Teshio Experimental College Forest, Prov. Teshio. The damage caused by the fungus to the trees mentioned above, though not yet fully examined, seems to be not very serious.

Fig. 1 a エゾタケ子實體 (表面) (5/7)

b " (裏面) (5/7)

Fig. 2 馬鈴薯煎汁寒天培養基上に51日後に生せる子實體 (1/1)

Fig. 3 アカエゾマツ丸太元口心材腐朽部に發生せるエゾタケ (1/11)

Fig. 1

a



b



Fig. 2



Fig. 3

