

局所肺機能の研究

第2編 気管支喘息の局所換気機能について

昭和42年11月16日 受付

信州大学医学部戸塚内科学教室

(主任: 戸塚忠政教授)

宮 島 彬

Studies on Regional Pulmonary Function

Part 2. Regional Pulmonary Function Studies in Patients with Bronchial Asthma

Akira Miyajima

Department of Internal Medicine, Faculty of Medicine,
Shinshu University,

(Director: Prof. T. Tozuka)

I 緒 論

従来行なわれている肺機能検査は overall の肺機能を測定するものであるから、病巣のある局所とその周辺部及び健常部肺の機能が平均化されて測定される。肺結核、肺膿瘍、肺癌などのように局所病巣を有する側の肺機能障害は主として局所の病巣及びその周辺部に由来するものと考えられるから overall の肺機能検査でもある程度推定できるが、肺気腫、気管支喘息などのようにレ線写真で局所病巣陰影を欠き、びまん性に病変を有する疾患では肺機能の成績が悪くてもその障害部位は全く推定できない。従って最近の肺機能研究の動向は、換気、ガス分布、拡散、血流分布の不均等性の追求に向けられている。

肺気腫の局所換気機能については Bentivoglio^①、溝上^②らの報告があるが、気管支喘息の局所肺機能に関する研究の報告は少なく、未だ確定的な結論には至っていない。そこで著者はフィルム走査法を用いて気管支喘息の局所換気機能を測定し興味ある知見を得たので報告する。

II 方 法

局所換気の測定はフィルム走査法によって行なった。その原理は胸部X線透視の際に螢光板上の肺野の明るさは吸気時に明るくなり呼気時に暗くなるのが観察され、換気と密接な関係にあることが知られている。この濃度差を測定することにより換気機能を知らんとするのがフィルム走査法である。即ち深吸気時と深呼気時に同一条件で背腹方向に撮影した2枚のフィルムについて濃度差を左右肺野別々に上肺野より順次走査積算して、その値を記録させる方法である。フイ

ルムは富士PX、増感紙は極光FSを使用し、撮影は島津嵯峨号蓄放式撮影装置で行ない、Kodak MS自動現像装置で現像した。X線撮影条件は焦点フィルム間距離1.8m、電圧は55~60KVで行なった。

撮影時の患者の状態は、主として一時的な発作寛解期を選らんで行ない。聴診上軽度乃至中等度の乾性ラ音が聴取された者も含まれる。overallの肺機能検査はPulmotest (Godalt)により施行し、残気量はPulmoanalyser (Godalt)を用い、ヘリウム閉鎖循環回路法で測定した。

III 対 象

信州大学戸塚内科を訪れた患者で、胸部X線写真に特記すべき異常陰影を認めず、典型的な喘息発作を繰返し、臨床的に気管支喘息と診断された13例を選んだ。そのうちわけは男8例、女5例。年齢は19才~60才であった(表1)。

IV 成 績

健康人のフィルム走査曲線(以下FSCと略す)については前報^③に詳述したのでその概要を述べる。36才健康男性で特記すべき胸部疾患に罹患したことがなく、肺機能検査は肺活量4000ml、残気率23%、一秒率89%で正常である。図1に矢印で示す如くX線フィルムの全面を走査すると、図2に示すようなFSCが得られる。一本の矢印の起始部から終末部までの肺の部位のフィルム濃度差の総和が、順次ヒストグラム様に画かれ基線から頂点までの長さで表わされている。この長さがその部位における換気量を表わしている。この曲線によると正常人の換気機能は肺尖部で小さ

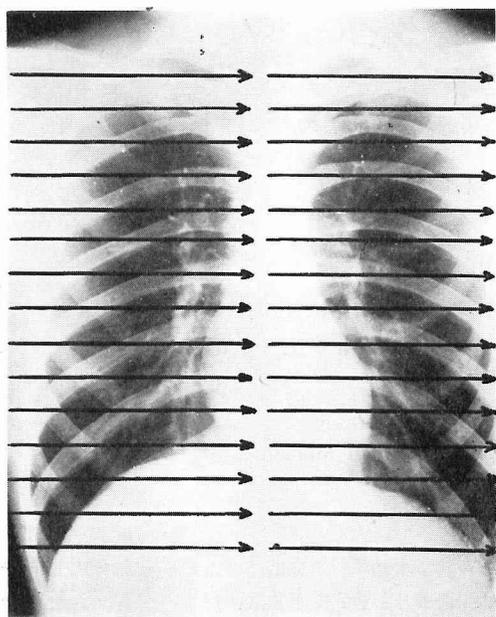


図 1 健康人胸部X線写真と走査部位

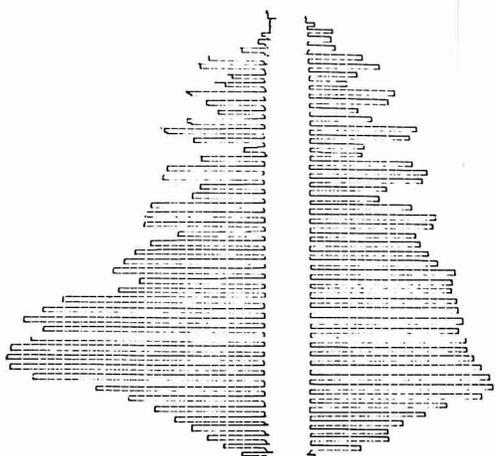


図 2 健康人のフィルム走査曲線 (FSC)

く、中肺野から下肺野にかけて次第に増大し、ほぼ左右対称であることがわかる。

次に気管支喘息のFSCについて述べる。

症例 1. T. T. 39才, 男。

30才頃より冬期に喘息発作を繰返しており、35才頃よりは季節に関係なく喘鳴、発作が現われるようになり、イソプロテレンールの吸入、バスパート、ハウスダストによる減感作療法を試みたが効果なくステロイドの投与で発作は軽減した。

表 1 気管支喘息患者13例の肺機能
(一時的発作寛解期)

症 例	年 令	性	罹 患 年 数	肺 活 量 (mL)	残 気 率 (%)	一 秒 率 (%)
1. T. T.	39	♂	10	3910	39	52
2. M. K.	55	♀	25	2180	45	52
3. M. H.	30	♀	3	2530	32	62
4. K. W.	33	♀	8	3100	33	72
5. O. Y.	29	♂	4	3570	—	36
6. S. N.	50	♂	10	2600	—	67
7. M. F.	38	♂	6	3110	33	60
8. M. N.	24	♂	5	4250	34	71
9. Y. H.	19	♀	5	3050	47	45
10. Y. K.	57	♀	20	1630	—	36
11. K. Y.	60	♂	16	2570	56	18
12. T. M.	42	♂	8	3890	—	68
13. M. Y.	52	♂	15	2750	—	67

発作寛解期の肺機能は肺活量3910mL、残気率39%、一秒率52%であり、寛解期といえども気管支の攣縮が全く消失したもとは考えられない。この時のFSCは図3に示す如く左上肺野に高度の換気障害部位があり、左中肺野から下肺野に軽度の換気障害がみられる。右肺野はほぼ正常の換気状態である。

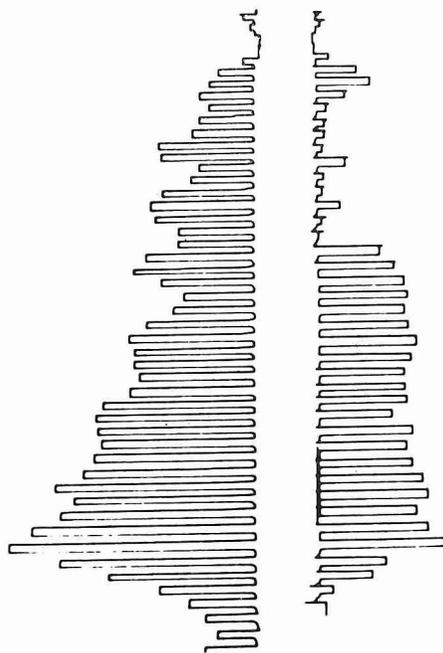


図 3 症例1のFSC (一時的発作寛解期)

症例 2. M. K. 55才, 女。

30才頃喘息発作が季節に関係なく約1年間継続したが, 自家血清療法で発作は消失した。54才のとき感冒に罹患後喘息発作が再び現われ, 各種脱感作療法を試みたが効果なく, 気管支拡張剤及びステロイドの投与で発作の軽快をみた。

発作寛解期の肺機能は, 肺活量 2180 ml, 残気率45%, 一秒率 52%であり尚中等度の閉塞障害がみられる。F S Cでは 図 4 a に示す如く左中肺野から下肺野

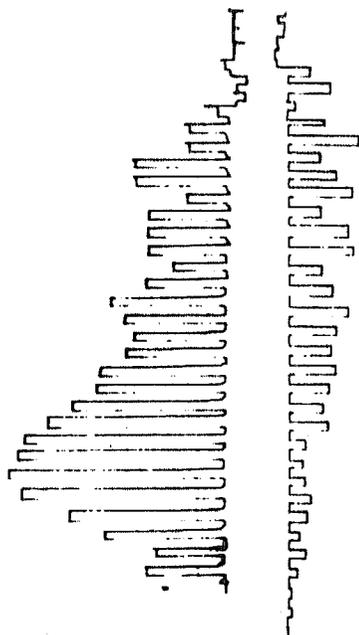


図 4 a 症例 2 の F S C (一時的発作寛解期)

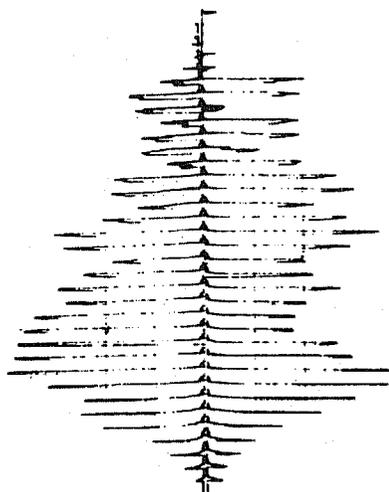


図 4 b 症例 2 の F S C (発作消失期)

に換気障害があり, 特に下肺野で著しい。右肺野は正常と思われる。本例は理学的には左後背部で呼吸音の減弱, 左前胸部全体に著しい乾性ラ音を聴取したが, 胸部X線フィルムには特記すべき所見をみなかった。更に治療を続けた所, 肺活量は3300ml, 残気率32%, 一秒率75%と改善し, F S C も図 4 b に示す如く, 左中下肺野の換気障害が著明な改善を示している。

症例 3. M. H. 32才, 女。

29才頃より季節の変わり目に喘息発作があり種々の脱感作療法を行なうも効なく, ステロイドの投与で発作は軽減してきた。肺機能は肺活量 2530ml, 残気率 32%, 一秒率62%で尚軽度の閉塞障害がみられる。この時の F S C (図 5) は上肺野から中肺野にかけてほぼ左右対称の換気障害がみられる。

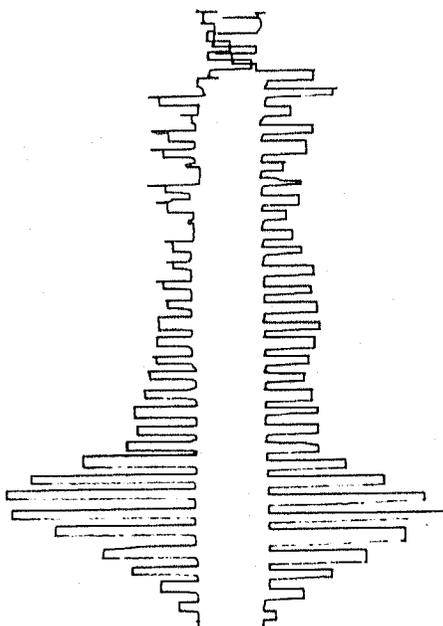


図 5 症例 3 の F S C (一時的発作寛解期)

例症 4. K. W. 33才, 女。

25才頃感冒に罹患後喘息発作が現われ, 特に冬期に頻回に現われるようになった。気管支拡張剤の吸入が有効で一時的な寛解を得た, 発作時の肺機能は肺活量 2760ml, 残気率38%, 一秒率59%であり, F S C (図 6 a) では両側中下肺野に高度の換気障害部位がみられ, 特に左側で著しい。直ちに気管支拡張剤 (アロテック 0.3 cc + アレベール 1.0 cc) を I P P B で15分間吸入させることにより発作の軽快を得たので, その直後の F S C をとった (図 6 b)。肺機能は肺活量 3100 ml, 残気率33%, 一秒率72%となり閉塞障害の改善が

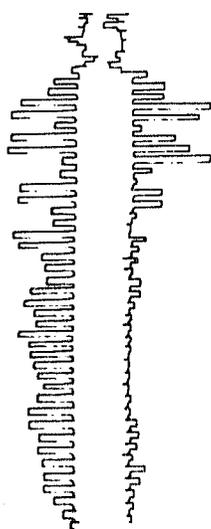


図6a 症例4のFSC
(発作期)

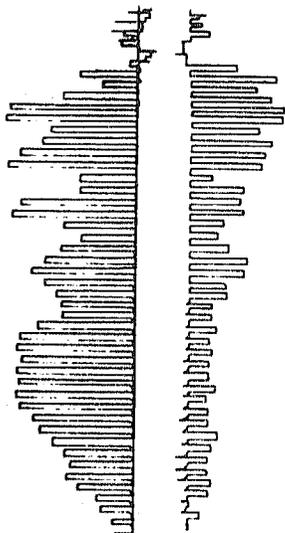


図6b 症例4のFSC
(一時的発作寛解期)

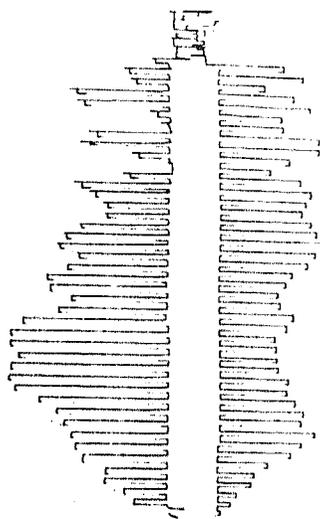


図6c 症例4のFSC
(発作消失期)

みられる。FSCでも発作時みられた両側中下肺野の換気障害の所見は改善しているが、左側中下肺野では尚中等度の換気障害がみられる。理学的には左側前胸部、左側背部で乾性ラ音が聴取されていた。その後ハウスダストによる脱感作療法を約3ヶ月間施行することにより喘息発作は消失し、理学的にも異常所見が認められなくなった。肺機能も肺活量 3620ml 、一秒率 80% となり、従来認められていた閉塞障害の消失をみた。その時のFSC(図6c)では、右側肺野は全く正常の換気状態に復帰したと思われるが左下肺野

では、なお軽度の換気障害がみられる。

症例5. O. Y. 29才, 男。

25才頃より冬期に喘息発作が現われるようになり、この一年来季節に関係なく発作が頻発するようになった。各種脱感作療法の効なく、ステロイドの投与で一時的な寛解を得、その後抗ヒスタミン剤の投与に切り換え、ステロイドの離脱に成功した例である。ステロイド投与により発作寛解期には全肺野に軽度の乾性ラ音が聴取され、肺機能は肺活量が 3570ml 、一秒率 36% であり、FSC(図7a)は左右肺野均等な換気障害

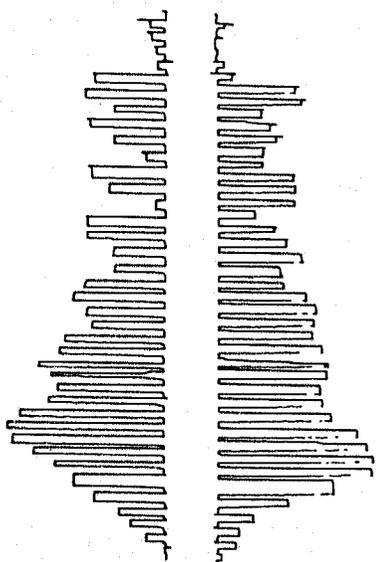


図7a 症例5のFSC (一時的発作寛解期)

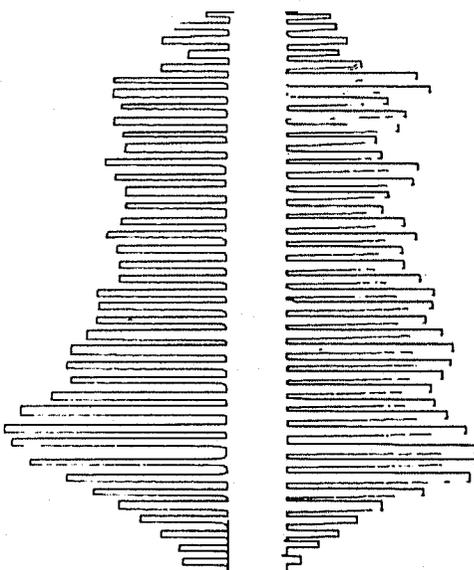
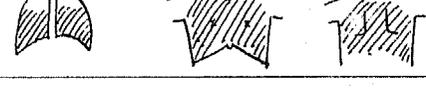


図7b 症例5のFSC (発作消失期)

表 2 気管支喘息患者13例の理学的所見と所換気障害の関係

	換気障害部位	乾性ラ音聴取部位
1	左上肺野	
2	左全肺野	
3	左上, 中肺野 右上, 中肺野	
4	左中, 下肺野 右下肺野	
5	全肺野	
6	左上, 中肺野 右上, 中肺野	
7	なし	
8	なし	
9	左全肺野	
10	全肺野	
11	左中, 下肺野	
12	右下肺野	
13	左上, 中肺野 右上, 中肺野	

がみられる。ステロイド離脱に成功し、全く喘息発作が消失した後では、肺活量4050ml、一秒率76%と改善し、理学的にも乾性ラ音が消失し、FSC(図7b)は殆んど正常の換気状態に復帰している。

以上、気管支喘息の局所換気機能を症例を挙げて説明したが、次に対象とした13例全体について述べる。

気管支喘息13例の肺機能及び換気障害部位(主として発作寛解期)は表1, 2に示す。又換気障害の部位によりその頻度をみると表3の如くである。

表3 気管支喘息患者13例の局所換気障害部位

	例数
換気障害のないもの	2 (15.4%)
全肺野びまん性に換気障害のあるもの	2 (15.4%)
局所的に換気障害のあるもの	
片側肺全体にあるもの	2 (15.4%)
片側肺に局所的にあるもの	4 (30.8%)
左右肺野対称的に局所的にあるもの	3 (23.0%)

即ち、FSCで換気障害の認められなかったものが2例(15.4%)、全肺野均等に換気障害のあるものが2例(15.4%)、片側肺全体にあるもの2例(15.4%)、片側肺に局所的にあるもの4例(30.8%)、左右肺野対称的にあるもの3例(23.0%)に分けられる。気管支喘息の場合、発作寛解期とはいえ、換気障害がみられる例が多く13例中11例(84.6%)にみられ、局所的に換気障害がみられるものは9例(69.2%)あったが特に好発部位は認められなかった。聴診上ラ音聴取部位とFSCにみられる換気障害部位はほぼ一致する傾向にあるが、ラ音聴取部位の方がより広い範囲にあり、ラ音聴取部位には必ずしも換気障害は認められない。又FSCで高度の換気障害が認められる部位で、ラ音が減少し、呼吸音の減弱が認められた症例(症例2)もみられた。又罹患年数と換気障害部位及びその程度との間には一定の関係は認められなかった。

V 考 按

局所肺機能の検査法には、従来行なわれてきた経気管支的にカテーテルを挿入する方法があるがこの方法は患者への負担が大きく、手技が難かしくかつ生理的な肺の機能状態は知り難いので現在は一般的には行なわれていない。医学の進歩に伴ない胸部疾患の分野においてもより正確な肺機能の把握が要求されるようになり局所肺機能の検査法も種々研究開発されてきている。最近ではアイソトープを用いる方法が開発され代

表的なものとしてKnipping^④らの¹³³Xeを用いるIsotopenthoracographie, Wagner^⑤らの¹³¹I-MAA肺シンチグラム法がある。一方X線を用いる方法も種々研究されてきている。胸部を透過したX線量が呼吸に伴ない増減するのを蛍光板で光として捕え、更に光電増倍管で電氣的エネルギーに変換し記録するというSteiner^⑥, Hess^⑦, 梅垣^⑧, 戸塚^⑨らの方法がある。またX線写真の黒化濃度は胸部を透過したX線量と密接な関係があるので、その濃度を測定して肺の換気状態を知ろうとするMarchal^⑩, 梅垣^⑪, 戸塚^⑫らの方法がある。

Marchalらの方法は胸部6ヶ所(左右上, 中, 下肺野)において深吸気時と深呼気時におけるX線撮影を行ない、そのフィルムの濃度を測定しその値をもって換気量を推定している。

梅垣, 戸塚らにより開発されたフィルム走査法は深吸気時と深呼気時の2枚のフィルムの濃度差を全肺野につき走査, 積算したフィルム走査曲線より肺局所の換気状態を推定しているのでMarchalらの方法よりは一步先んじているものと思われる。

KnippingらのIsotopenthoracographie及び上田, 飯尾らの行なっている¹³¹I-MAAの吸入による肺シンチグラム法はアイソトープによる局所換気状態の探索法であり秀れた業績を挙げているが、コリメーターの感度特性の問題があり肺全層の換気状態を知るにはやや難点がある。これに比し、Marchalらの方法及びフィルム走査法は、X線の透過した肺全層の換気状態を推定できる。

気管支喘息は従来より細気管支の、最近では中村らによると細気管支よりも太い気管支のけい皸狭窄によりおこり、それが肺全体にび慢性に現われるものと考えられてきたが、Arborelius^⑬らの一側肺におきた喘息発作の報告やBentivoglio^⑭らの¹³³Xe吸入法による気管支喘息の肺機能の報告以来、気管支喘息の不均等換気が注目されるようになった。もともと気管支喘息患者の肺に、病理解剖学的には、局所的肺気腫及び無気肺等器質的变化がしばしば存在することは知られてはいたが、機能的变化による換気の不均等性は殆んど知られていなかった。

Arboreliusの報告は発作中にみられた不均等換気であり、Bentivoglioは寛解期についての不均等換気について報告しているが、その変化が機能的なものか器質的なものであるかについては論及していない。著者は13例中2例については発作時、一時的寛解期及び発作完全消失期にわたって検索を行ない、局所的な換気障害が発作期に最も高度であり、治療により発作が

軽減するに従って次第にその障害程度が減少していくのをつきとめた。この事実より推定すれば喘息患者にみられる換気障害は機能的なものと思われる。しかし1例は発作完全消失期にも軽度の局所換気障害が認められ、これは器質的な変化によるものか又は機能的なものかははっきり結論し得ない。13例中他の11例は発作一時寛解期、理学的には中等度乃至軽度の乾性ラ音が聴取される時期に検査を行ない、9例に換気障害の存在を認めている。

局所換気障害部位と乾性ラ音の聴取部位を比較してみると、ほぼ両者は一致する傾向にあるが、乾性ラ音の聴取部位の方が広範囲にわたるのはラ音が反響して障害部位の他に正常部位でも聴取されるのか、又はラ音発生部位すべてに障害を有していてもフィルム走査法では探知できない程度のものか不明である。症例2において一時的発作寛解期に左下部で呼吸音が減弱して、その部位に一致して高度の換気障害がみとめられているが、これは一過性の肺気腫の状態にあったものと推定される。

VI 結 語

気管支喘息患者13例の局所換気機能をフィルム走査法を用いて調べた。

1. 気管支喘息の一時的発作寛解期における換気機能は、全肺均等に障害されるものもあるが、かかるものは少なく、むしろ局所的に障害されるものが多い。
2. 気管支喘息の局所換気障害の好発部位は特に認められない。
3. 気管支喘息の罹患年数と換気障害部位及び程度との間には一定の関係が認められない。
4. 気管支喘息の局所換気障害の程度は、発作時に最も強く、一時的発作寛解期で軽快し、発作消失期では殆んど認められない。従って気管支喘息の場合、局所換気障害は大部分が機能的なものとして推定される。
5. 気管支喘息の局所換気障害部位と乾性ラ音の聴取部位とを比較すると、一致する傾向にあるがラ音聴取部位の方がより広範囲である。

稿を終るにあたり御指導御校閲をいただいた恩師、戸塚忠政教授に深甚なる謝意を表すると共に本研究に終止御助言御教示いただいた草間昌三助教授、溝上長男博士に感謝の意を表します。またフィルム走査装置を使用するにあたり中央レントゲン部滝沢技師の多大な御援助に感謝します。

尚、本稿の要旨は第6回日本胸部疾患学会総会において発表した。

文 献

- ①Bentivoglio, F. B., Beerel, F., Stewart, P. B., Bryan, A. C., Ball, W. C. and Bates, D. V.: Amer. Rev. Resp. Dis., **88**: 315, 1963
- ②溝上登一: 信州医誌, **16**: 75, 1967
- ③宮島彬: 信州医誌, **16**: 5, 1967発表予定
- ④Knipping, H. W. Bolt, W., Valentin, H., Venrath, H. und Endler, R. P.: Zeitschr. Tuberkulose, **117**: 51, 1951
- ⑤Wagner, H. N., Sabiston, D. C., Iio, M. and McAfee, J. G.: JAMA, **187**: 601, 1964
- ⑥Steiner, R. E. and Laws, J. W.: Lancet, **7159** (II): 1051, 1960
- ⑦Hess, H.: Klin. Wschr., **40**: 83, 1962
- ⑧梅垣洋一郎, 丸山 浩, 坂本良雄, 松沢大樹, 中西文子, 藤森仁行, 滝沢正臣: 臨牀放射線, **7**: 275, 1962
- ⑨戸塚忠政, 溝上長男: 臨牀放射線, **7**: 642, 1962
- ⑩Kourilsky, R., Marchal, M. and Marchal, M. T.: Thorax, **20**: 428, 1965
- ⑪梅垣洋一郎, 滝沢正臣: 日医放誌, **25**: 169, 1965
- ⑫戸塚忠政, 草間昌三, 溝上長男: 診療, **20**: 994, 1967
- ⑬Arborelius, M., Ekwall, B., Jernerus, R., Ludin, G. and Svanberg, L.: J. Clin. Invest., **41**: 1236, 1962
- ⑭Bentivoglio, L. G., Beerel, F., Bryan, A. C., Stewart, P. B., Rose, B. and Bates, D. V.: J. Clin. Invest., **42**: 1193, 1963