

岐阜医療科学大学

紀 要

第 14 号

2 0 2 0 年 3 月

目 次

Mohs ベーストの医療ニーズを通じ製剤学的研究から臨床応用までの検討について	1
	重山昌人
在宅ホスピス療養者の家族が求める死別ケアの内容	
一看取りを行なった遺族へのインタビュー調査からの考察—	21
小澤美和, 内野聖子, 山本里美, 後藤雪絵, 上原主義	
変形性腰椎症の幾何学的因素を用いた画像読影	29
小野木満照, 萩野英俊, 増田 豊, 金森勇雄, 福田 武	
怒り反すう特性とトラウマティック・ストレスとの関連	41
八田武俊, 八田純子, 田村達, 及川祐一	
走行サーベイによる岐阜県内の線量率測定	
—可児市—	49
山内浩司, 荒川一輝, 柳田勁志, 船本泰志, 松嶋美和	

BULLETIN OF GIFU UNIVERSITY OF MEDICAL SCIENCE

No.14, 2020

CONTENTS

Clinical Application of Pharmaceutical Research on Mohs Paste to Meet the Medical Needs	1
Masato SHIGEYAMA	
Bereavement care required for families of patients receiving home hospice care	
— A discussion based on an interview survey on family members who experienced end-of-life care —	21
Miwa OZAWA, Seiko UCHINO, Satomi YAMAMOTO, Yukie GOTO, Kazuyoshi UEHARA	
Radiographic diagnostics using geometrical factor for lumbar spondylosis deformans	29
Michiteru ONOGI, Hidetoshi HAGINO, Yutaka MASUDA, Isao KANAMORI, Takeshi FUKUDA	
The relationship between the traits of anger rumination and the post traumatic stress reactions	41
Taketoshi HATTA, Junko HATTA, Toru TAMURA, and Yuichi OIKAWA	
Dose Rate Measurement in Gifu Prefecture by Car-Borne Survey	
— Kani City —	49
Koji YAMAUCHI, Kazuki ARAKAWA, Tsuyoshi YANAGIDA, Yasushi FUNAMOTO and Miwa MATSUSHIMA	

Mohs ペーストの医療ニーズを通じ製剤学的研究から 臨床応用までの検討について

重山昌人

岐阜医療科学大学保健科学部臨床検査学科

Clinical Application of Pharmaceutical Research on Mohs Paste to Meet the Medical Needs

Masato SHIGEYAMA

Department of Medical Technology, Gifu University of Medical Science

Abstract

Mohs paste (MP) which is widely used in medical services as a specific hospital preparation has been considered to have demerits, such as increased hardness after preparation and marked adhesiveness. However, to the present, factors associated with variations in its physical properties have not been clarified. Therefore, we conducted studies to clarify physicochemical phenomena influencing such variations, while examining prescription designs for the preparation that is difficult to clinically use due to the above-mentioned demerits, with a view to improving its usability. Furthermore, with cooperation from the director of the Department of Palliative Care and Maintenance Therapy and certified WOC nurses of Yokohama Minami Kyousai Hospital, we clinically applied an improved form of D-Sorbitol-added Mohs paste: S-MP). Furthermore, we examined the effects of the improved (Cellulose Mohs paste without starch: C-MP) using a mouse. Thus, basic research could be clinically applied to design a new clinical formulation, in order to meet medical needs.

Key words : Mohs ペースト, 基礎研究, CD31, ソルビトール, iNOS

本総説は、令和元年度岐阜医療科学大学学術セミナープログラムでの特別講演を纏めたものである。

1. はじめに

緩和ケア領域において、転移性皮膚腫瘍や有棘細胞がん、皮膚に浸潤した局所進行乳がんなどの表在性悪性腫瘍病変では、接触痛や出血、滲出液、二次感染等による悪臭を伴うことがある。皮膚浸潤したがんの自壊創は、創部の疼痛や悪臭、滲出液の処置、腫瘍の膨大による外見的変化などにより、身体的、精神的、社会的な苦痛を伴うことが多い。特に、腫瘍からの出血は、健常組織と異なり止血が得られにくい特徴があり、貧血症状を引

き起こすことがある。さらに、腫瘍からの大量な滲出液に伴って起こるアルブミンの喪失や、度重なるガーゼ交換は、患者やその家族の QOL を低下させる一因である。

Mohs ペースト (MP) は、1940年代に米国の外科医 Frederic E. Mohs' により Mohs'chemosurgery に使用する組織固定剤「Mohs Ointment」として考案された^{1, 2)}。Mohs'chemosurgery は、皮膚がんなどの表在性腫瘍の根治的除去を目的に臨床応用された治療法で、病変部位を化学的に固定して削除し、その組織片を病理組織的に診断しながら、腫瘍が除去されるまで固定、削除、検鏡を繰り返す化学的外科療法である³⁻⁵⁾。外科的切除に比べて手技が簡便で、特殊な器具も必要とせず、侵襲

連絡先：〒509-0293 岐阜県可児市虹ヶ丘4丁目3-3

e-mail: mshigeyama@u-gifu-ms.ac.jp

TEL (0574) 65-6555 内線7224

FAX (0574) 65-7801

も少ないため、外科的切除の困難な症例にも実施が可能である⁶⁻⁸⁾。当初、Frederic E. Mohs'により考案された「Mohs Ointment」の処方原料には、主成分である塩化亜鉛の他に、当時わが国では入手困難な Stibnite, Sanguinaria canadensis 等の試薬が含まれていたことから、本邦においては長らく普及されなかった。しかしながら、2000年に大久保ら⁹⁾によって、わが国で入手可能な試薬である塩化亜鉛と亜鉛華デンプンから成る処方が提案されたことにより、本方法が臨床で応用される機会が増え、Mohs ペーストとして様々な医療施設で用いられている¹⁰⁻¹⁷⁾。

MP による組織化学固定は、主成分である塩化亜鉛が水分によりイオン化し、亜鉛イオンのタンパク沈殿作用によって引き起こされる^{9,18)}。この結果、全身への侵襲をほとんど伴わずに腫瘍細胞や腫瘍血管、および二次感染した細菌の細胞膜が硬化し、止血ならびに殺菌効果が得られる。腫瘍に伴う出血や滲出液、悪臭等のコントロールに対する有効性から、現在、わが国では適応を拡大し、皮膚表在性悪性腫瘍の手術不適応例における隆起性腫瘍の除去または容積の縮小に加えて、乳がん等の自壊創における止血や滲出液の軽減や、二次感染に伴う悪臭抑制等を目的とした、緩和医療領域における患者の Quality of life (QOL) 向上に使用されている報告が増えている¹⁹⁻²⁵⁾。

現在、MP は医薬品として市販されていないため、各医療施設で院内製剤として調製されている。多くの施設で調製されている MP は、調製後、硬度が急激に変化して粘着性が経時に増加し、患部への塗布性が悪くなるという問題点を有している。そのため臨床現場では、処置の直前に調製し、塗布時に MP の状態に合わせてグリセリンの添加量を適宜増減して調節し、塗布方法を工夫するなど、取り扱いに苦慮している例を散見する²⁶⁻²⁹⁾。さらに、多量の滲出液や出血を伴う症例にコントロール目的で塗布した際には、MP が吸水後に液状化して患部から流れ出し、周囲の健常皮膚に付着すると炎症等の皮膚障害を起こす。そのため、MP 施行前に、患部の周囲に様々な皮膚被膜剤や保護剤を塗布し、覆布などで保護する等の前処置が必要とされている²⁶⁻²⁹⁾。

そこで、MP のこれらの物性変動の要因を解明

し、「調製後の急激な硬度変化と経時の粘着性の増加」と「滲出液や血液吸収後の液状化」の二つの製剤学的问题点が改善された臨床応用につながる利便性の高い製剤を設計するために、研究を行った。

また、新たに処方設計を行った D-Sorbitol 添加 MP (D-Sorbitol-added Mohs paste: S-MP) を、横浜南共済病院の緩和支持療法科部長及び WOC 認定看護師等の協力を得て、臨床使用における検討を行った。さらに、製剤の安定化を再検討し製剤設計を行った、デンプン非含有 MP (Cellulose Mohs paste without starch: C-MP) の効果をマウスを用いて検討した。皮膚担がん腫瘍をマウスの背部に皮下投与し、3 週目の腫瘍に対する効果の状態を、X 線 CT を用いて評価した。その結果、皮膚硬化作用はオリジナル MP (以下 OMP) よりも C-MP の方が優れていることが判明した。この様に、医療ニーズを通じて製剤学的研究を行い、新規制剂設計を行った院内製剤について、臨床応用を行うことができたので報告する。

1. オリジナル MP の物理化学特性

MP は臨床現場において、同じ処方で調製してもかかわらず、柔いペーストや、硬いペーストができる、場合によっては、強い粘着性を示すなど、均一な物性を有する MP を調製する難しさが指摘してきた。このため、目的とする病巣部に均一に塗布することが困難となり、臨床現場では MP 調製時に適宜グリセリンを加えることによって粘度の調節をする等の工夫が行われている。しかし、物性が不均質であるため、添加量などをその日のペーストの状態に合わせて調節する必要があり、臨床現場で使用するには不便である。

上記のような問題点が指摘されてきたが、MP の物性が変動する原因などは、これまで明らかにされていなかった。そこで、MP の物性変動に影響する物理化学的な現象を明らかにするとともに、安全性の高い添加物を処方中に加えることで、上記問題点を改善し、利便性を向上しうる MP の処方設計を試みた。

(1) MP 硬度の経時的変化

MP 調製直後 (0 時間) から 48 時間後までの硬度の経時的变化を Fig. 1 に示す。亜鉛華デンプンを添加直後、乳棒による攪拌が出来なくなるほ

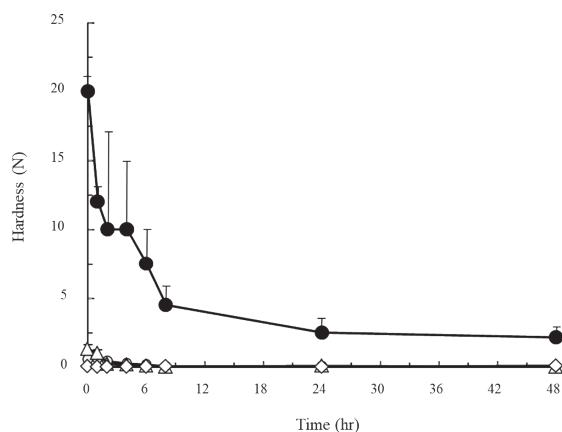


Fig. 1 Time Course of Mohs Paste Hardness
Each point represents the mean \pm S.D. ($n = 3$). ● : Original formulation, ○ : add 0.5 mL glycerin, △ : add 1.0 mL glycerin, ◇ : add 4.0 mL glycerin.

ど急激な硬度上昇が生じ、調製直後の硬度は約20 Nであった。このMPの高い硬度は、時間の経過と共に徐々に減少し、ペースト硬度の変動が時間によるものであることが明らかとなった。グリセリンを添加したペーストでは、未添加のペーストに比べ硬度は0.1 N以下と柔らかくなり、経時的な硬度変化も認められなかった。同一条件で測定した市販のプロペト®軟膏の硬度はおよそ0.13N \pm 0.15, ザーネ®軟膏が0.19N \pm 0.062であり、グリセリンを添加することによって市販の軟膏剤程度のペースト硬度に調整できることがわかった。

(2) 伸長特性の経時的变化

MP調製直後から48時間後までの伸長特性の経時的变化をFig. 2に示す。

調製直後は、急激な硬度上昇が生じるため、ペー

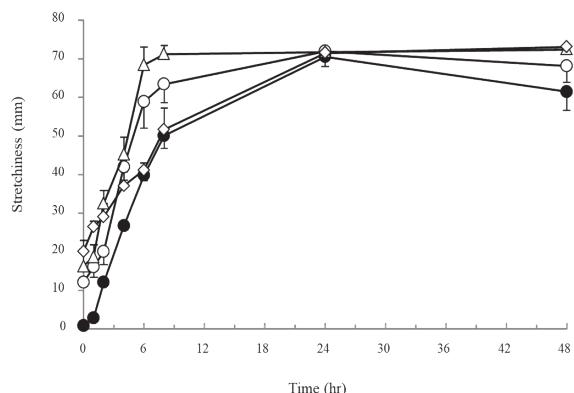


Fig. 2 Time Course of Mohs Paste Stretchiness
Each point represents the mean \pm S.D. ($n = 3$). ● : Original formulation, ○ : add 0.5 mL glycerin, △ : add 1.0 mL glycerin, ◇ : add 4.0 mL glycerin.

ストの伸びは観察されなかった。しかし、時間の経過に伴ってペーストの軟化と共に強い粘着性と伸長性を示すようになった。伸長幅は、24時間後に最大の値(70.6 mm)を示した。

硬度を減少させたグリセリンを添加したペーストでは、調製直後から10 mmを超える伸長特性を示し、OMPよりも伸長特性が大きな値を示した。この伸長特性は経時に増加し、1 mL添加系では6時間後に、その他の添加系では24時間後にOMPの最大値とほぼ同じ約70mmとなった。

市販されている軟膏の伸長特性は、プロペト®軟膏、ザーネ®軟膏でそれぞれ10.8 mm \pm 1.10, 10.6 mm \pm 1.43であり、保存によってMPの伸長特性が著しく増大していることが確認できた。

(3) 展延性測定評価結果

MP調製直後から48時間後までの展延性の経時的变化を、Fig. 3に示した。O-MPにおいて、展延性については時間による変化はほとんど認められなかった。また、グリセリンの添加量を変化させても、わずかに展延性は低下するものの、有意な差は認められなかった。なお、同一条件で測定した市販のプロペト®軟膏の展延性は35.2 mm \pm 0.1, ザーネ®軟膏が26.7 mm \pm 0.0であったことから、グリセリンを添加したMPであっても、市販の軟膏よりも展延性に劣るという結果となつた。

考察

O-MPは、調製直後に著しい硬度の上昇を示した後、時間の経過と共に徐々に軟化した。また、ペーストの軟化に伴って、強い粘着性と伸長性を示すようになった。展延性は時間による変化はほ

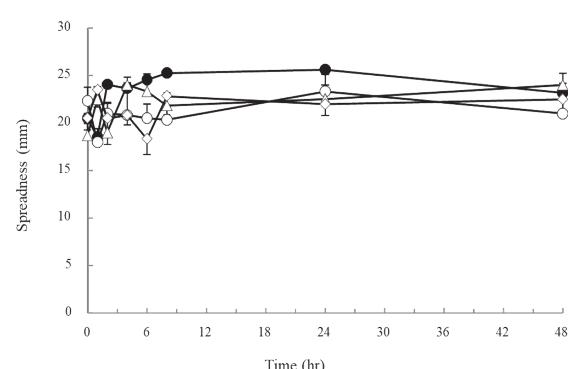


Fig. 3 Time Course of Mohs Paste Spreadness
Each point represents the mean \pm S.D. ($n = 3$). ● : Original formulation, ○ : add 0.5 mL glycerin, △ : add 1.0 mL glycerin, ◇ : add 4.0 mL glycerin

とんど認められなかった。ペーストの硬度が変化しているにもかかわらず、展延性が変化しなかった理由としては、硬度の減少に伴って粘着性が増大したため、ペーストは柔らかくなつたが展延にくくなつたものと考えられる。この様に、MP の物理化学的特性の経時的に変化が、臨床現場における MP の物性変動や塗布のしにくさを引き起こしているものと考えられる。

現在、臨床現場で用いられているグリセリン添加の方法は、ペーストの急激な硬度上昇を抑制し、ペーストは低い硬度を示した。しかしながら、調製直後から伸長特性を示し、O-MP よりも伸長特性の増大が顕著となった。硬度調整目的で MP へグリセリンを添加すると、硬度は低下させるが伸長特性を増加させ、強い粘着性により塗布性が悪化することが明らかとなった。

2. MP の経時的な物性変化が生じるメカニズムの解明

MP は調製直後から、経時的に硬度や伸長特性などの物性が変化した。その要因を明らかにするため、MP に処方されている成分を顕微鏡により観察した (Fig. 4)。

亜鉛華デンプンに精製水を添加した系では、大きなデンプンの顆粒と、溶解しきれずに残っている小さな酸化亜鉛の粒子が観察された (Fig. 4-A)。これに対し、亜鉛華デンプンに塩化亜鉛水溶液を添加した系では、膨潤したデンプン顆粒と共に各デンプン顆粒間には白濁したゲル状の物質が観察された。(Fig. 4-B)

デンプンは多数の α -グルコースが直鎖状に重合したアミロースと、枝分かれしたアミロペクチンの二成分で構成されている。アミロース分子や

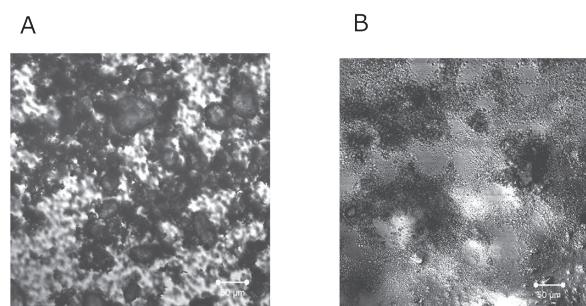


Fig. 4 Photomicrographs of Zinc Oxide Starch Particle after Adding Purified Water (a) or Zinc Chloride Solution (b)

アミロペクチン分子は水素結合によって分子間で強く結びつき、密な構造をとっているため、通常水分子はデンプン顆粒内へ浸透することができない。このため、亜鉛華デンプンに精製水を添加した系では、デンプン顆粒の膨潤は観察されていない。一方、塩化亜鉛水溶液を添加した系では、水溶液中の塩化物イオンや亜鉛イオンによってアミロースやアミロペクチンを結合させる水素結合が弱まり、デンプン顆粒内への水分子の浸透が可能となる。水分子の浸透が進むと、デンプン顆粒の膨潤が起り、固形成分粒子間に存在する水分が急激に減少する。この作用により、デンプン顆粒同士の固体間摩擦が生じるためペーストの硬度が著しく上昇する。さらに水の浸透が進行すると、デンプン顆粒が破裂し、水を保持したアミロースやアミロペクチンなどの高分子溶液が放出されることで糊化し、軟化と共に強い粘着性が生じるようになったと推察される。

3. MP の薬理学的研究（止血効果の解明）

MP の短時間による止血効果は、亜鉛による組織の蛋白固定によることが判明している。しかし、1回の MP 塗布により長時間止血効果を現す作用の解明は、未だに判っていないのが現状である。そこで、止血効果の作用機序をマウスを用いて薬理学的検討を行った結果を示す。

(1) MP 塗布による血流量の経時的变化

右大腿動脈を切除・除去したマウスにペースト塗布 1 日後、75% 群において有意に血流量が低下したことにより、塗布 4 時間後、8 時間後、24 時間後の各濃度における血流量の変動について検討した。血流量は健常足を対象として、施術足(右大腿)の血流量の割合で示した。塗布 4 時間後では、有意差は認められなかつたが、塗布 8 時間後では 50% 群、塗布 24 時間後では 25% 群及び 50% 群において、0% (control 群) に対し有意な抑制が認められた (Fig. 5B)。

(2) 筋細胞での Cluster of Differentiation (CD31) の発現

表在性腫瘍では、時として増大した腫瘍表在部での二次感染や出血により腐敗臭などが生じ、介護者の疲弊を招く症例が多い。そのため、止血・殺菌効果を有する MP が臨床的に使用される事が多い。そこで、下肢虚血モデルマウスを用いて

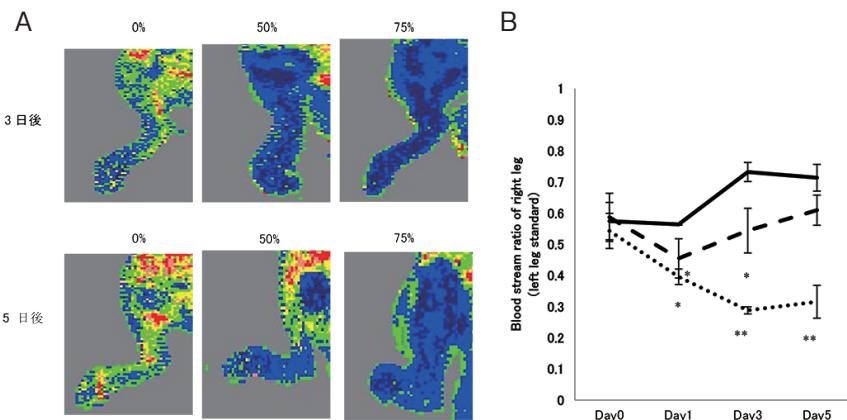


Fig. 5 Change in Blood Flow in Lower Limb Ischemia Model Mouse

Each column represents the mean \pm S.D. ($n = 3$), Welch's t test,

* $p < 0.05$ VS Day0, ** $p < 0.01$ VS Day0

MP の止血効果の発現機序を検索した³⁰⁾。マウスの大脛動脈起始部を縫合糸で結紮し、更に膝窩動脈と伏在動脈の分枝部直前で同様に結紮後、右大脛動脈を切除・抜去した。モデル動物の創傷部位に MP を塗布し、レーザードップラー式血流画像化装置を用いて、下肢血流量の計測を行った。その結果、血流変化の検討では濃度依存的、時間依存的に血流回復の抑制作用を MP が誘発する事を示す結果であり、臨床での結果と同様な結果を下肢虚血モデルマウスで認められた (Fig. 5A)。さらに、MP の止血発現機序を解明するために、免疫組織化学染色を用いて検討を行った血管内皮細胞のマーカーである CD31 の免疫染色などの測定を行った。CD31 は Platelet Endothelial Cell Adhesion

Molecule-1 (PECAM-1) とも呼ばれ、胚及び成体血管内皮細胞で発現する。また、CD31は免疫グロブリンスーパーファミリーに属する130kDaの膜内在性糖タンパク質である。MP の塗布 1 日後に、血流量は亜鉛濃度に従って著明な抑制が認められた。しかも、Fig. 6 に示す A は、施術後各種濃度における MP 塗布 8 時間後、24 時間後、および 48 時間後の筋細胞での CD31 の発現変化状態であり、B は非施術側の筋細胞の CD31 発現の比較を割合で示す。抗 CD31 抗体の免疫染色は毛細血管系や筋細胞辺りで明らかな減少が認められた。CD31 は血管内皮細胞のマーカーであるため、CD31 の発現した細胞数の低下は血管内皮細胞の低下、即ち、血管数の減少と考えられる。これら

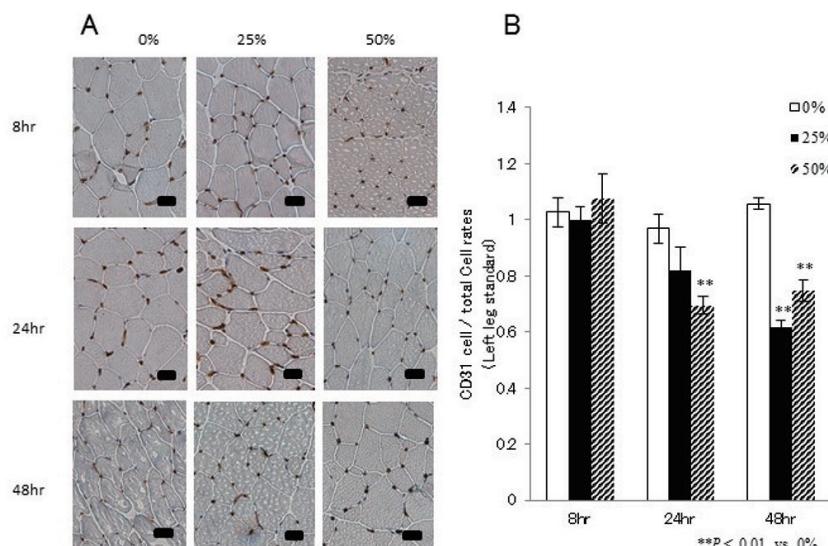


Fig. 6 Manifestation of CD31 by a Muscle Cell

Each column represents the mean \pm S.D. ($n = 3$), Welch's t test,

の成績は、MP の血流回復抑制は血管数の減少が関与している事が示唆された。これらの動物実験で得られた結果は、MP の塗布によって急性効果としてタンパク凝固、そして、持続性効果として局所での CD31 の産生抑制が関与する事が示唆された。

(3) 筋細胞での inducible Nitric Oxide Synthase (iNOS) 発現の変動

MP 塗布、8、24時間後における大腿二頭筋の筋細胞に発現した GAPDH mRNA に対する iNOS mRNA の割合を示した (Fig. 7)。iNOS は血管新生に関連している内因子であり、Real-Time-PCR 法により発現量の確認を行った。8 時間後・24時間後共に 50% 群、75% 群で iNOS の mRNA の発現が有意に抑制された (Fig. 7)。

考察

今回はペーストの塗布後 4 時間、8 時間、24 時間後と数回に分けて測定を行った。亜鉛濃度 50% において、塗布後 8 時間から有意な血流回復の抑制が認められた。また、本実験では亜鉛濃度 25% も用い、塗布 24 時間後から有意な抑制がみられた。これらの結果は、濃度、及び、時間依存的に血流回復の抑制が生じる事を明らかとした。

Laser Doppler 装置を用いた血流変化の検討では、濃度依存的、時間依存的に血流回復の抑制作作用を MP が誘発する事を示す結果であり、臨床での結果と同様な結果を下肢虚血モデルマウスで認められた。下肢虚血モデルマウスに MP を塗布することで、血流量の再灌流の抑制が下肢虚血部位で認められた。

本研究では、さらに、MP の止血発現機序を解明するために免疫組織化学染色を用いて検討を行った。その結果、亜鉛濃度 50% においてペーストの塗布 24 時間後から筋細胞当たりの CD31 の割合が有意に低下した。CD31 は血管内皮細胞のマーカーであるため、CD31 の発現した細胞数の低下は血管内皮細胞の低下、即ち、血管数の減少と考えられる。これらの成績は、MP の血流回復抑制は血管数の減少が関与している事が示唆された。すなわち、MP による止血の持続性には、CD31 陽性細胞数の減少が関与し、それに伴う血流回復抑制作作用が関与すると考えられる。

Real-time PCR では上記の内因子を明らかにするため、血管新生カスケードの一つである iNOS mRNA の発現量について検討した結果、iNOS mRNA の発現が 8 時間後より抑制されていることが解った。MP は塩化亜鉛を主成分とする組織固定剤であり、主成分の塩化亜鉛が潰瘍面の水分によってイオン化し、亜鉛イオンのタンパク凝集作用によって、腫瘍細胞や腫瘍血管、および二次感染した細菌の細胞膜が硬化し、止血、殺菌効果が得られるものである。下肢虚血モデル動物を用いての MP の作用発現機序の検索において、モデル動物の術部位は縫合糸で軽く塞がれている事から MP は塗布されて、縫合口から血液に触れる事で局所的なタンパク凝集作用で短時間の作用発現が生じる。そして、血液に浸透する事で種々の血液因子に影響を及ぼす事で作用時間の長い効能が得られる事が本研究から明らかと成了った。

本研究において、MP の塗布により、組織内タ

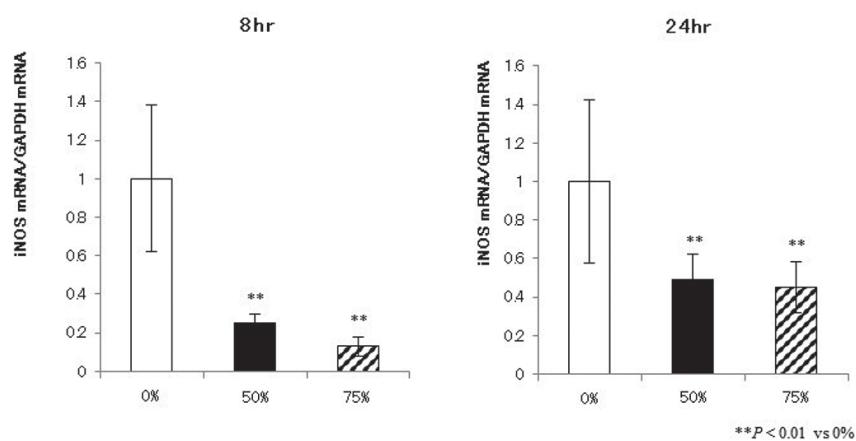


Fig. 7 Manifestation of iNOS by a Muscle Cell
Each column represents the mean \pm S.D. ($n = 3$), Welch's t test,

ンパクの凝集・硬化、CD31ならびにiNOS産生抑制に伴う新生血管や副側血行路の減少が認められ、その作用は濃度依存的、時間依存的に発揮することが示唆された。よって、多形成腺腫のような表在性腫瘍からの瀰漫性・持続性出血等が生じた場合、MPは優れた止血作用を示し、腫瘍血管の減少が期待される。

4. 添加物を加えた処方改良 Mohs ペーストの物理化学的特性

OMPは、調製後ペーストの硬度の上昇や、強い粘着性を有するなどの欠点を有した製剤であった。このような問題点が指摘されてきたが、MPの物性が変動する原因などは、これまで明らかにされていなかった。そこで、MPの物性変動に対して、デンプン顆粒への水分子の浸透によって引き起こされると考えられる硬度上昇や糊化による粘着性の増大に対して、水和能力を有する添加剤を加えることにより、硬度上昇や粘着性の増大の程度を変化することを明らかにした。以下に、水和能力を有する可溶性成分を処方に添加し、デンプン顆粒内への水の浸入を抑制することで、ペーストの硬度上昇を抑えられるかどうかについて検討した結果を示す。

(1) 硬度測定評価結果

糖及び糖アルコールを添加して調製したMPの調製直後と48時間後の硬度をFig. 8に示す。グルコース添加系では、OMPの硬度と有意な差は認められず、48時間後の硬度も減少した。これに対し、マンノースやマンニトール、ソルビトール添加系では初期の硬度上昇を有意に抑制することができた。特にソルビトール添加系では、調製直後に比べて48時間後の硬度がわずかに上昇するものの、他の処方に比べて硬度上昇抑制効果が顕著に表れた。

(2) 伸長特性評価結果

糖及び糖アルコールを添加して調製した処方改良MPの調製直後と48時間後の伸長特性をFig. 9に示す。ペーストの伸長特性は、ソルビトール添加系以外の処方では、48時間後に伸長特性が増加するとともに、経時的に粘着性も強く表れた。これは、マンノースやマンニトールは、オリジナルの処方に比べ、水のデンプン顆粒内への浸透速度を遅くするものの、徐々にデンプン顆粒内への水

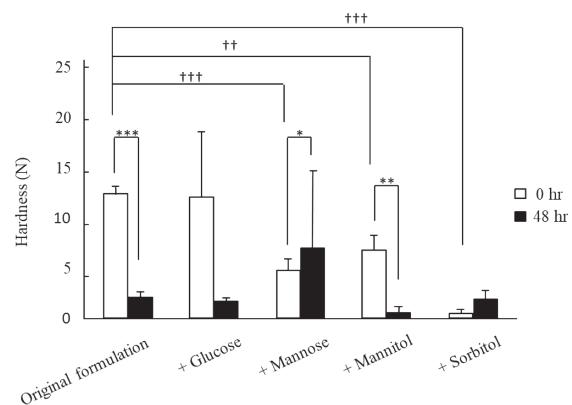


Fig. 8 Effect of Sugar and Sugar Alcohol on the Mohs Paste Hardness

Each column represents the mean \pm S.D. ($n = 4$), Welch's *t* test,

*:p < 0.05, **: p < 0.01, ***: p < 0.001

(*:compared with data at 0 h, † : compared with original formulation).

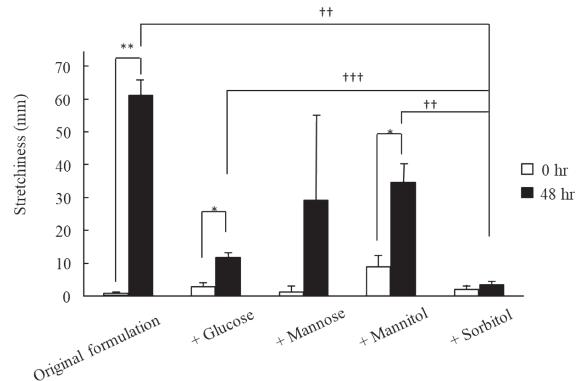


Fig. 9 Effect of Sugar and Sugar Alcohol on the Mohs Paste Stretchiness

Each column represents the mean \pm S.D. ($n = 4$), Welch's *t* test,

*:p < 0.05, **: p < 0.01, †† p < 0.001

(*:compared with data at 0 h, † : compared with original formulation).

分子の浸透が進み、48時間後には糊化が生じてしまったためと考えられる。一方、硬度上昇抑制効果が最も強く表れたソルビトール添加系では、48時間後においても粘着性が効果的に抑制できており、糊化が抑制できていることが確認できた。臨床現場で行われているグリセリンの添加では、硬度上昇は抑制できるものの、強い粘着性は抑制できていなかったことから、ソルビトールは効果的に水分子のデンプン顆粒内への浸透を抑制していると考えられる。

(3) 展延性測定評価結果

処方改良MPの調製直後と48時間後の展延性をFig. 10に示す。調製直後のソルビトール添加系では、他の処方改良MPよりも硬度が低いため、大きな展延性を示した。しかし、48時間経過後で

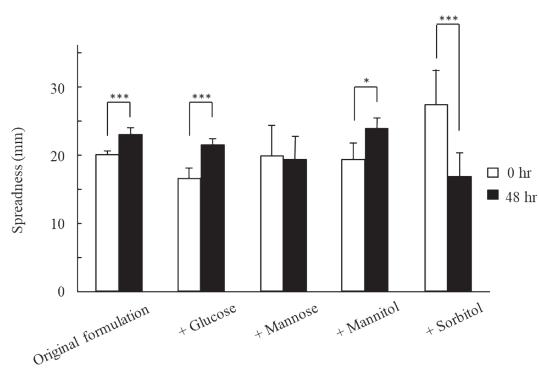


Fig. 10 Effect of Sugar and Sugar Alcohol on the Mohs Paste Spreadness

Each column represents the mean \pm S.D. ($n=4$). Welch's t test, * $P<0.05$, ** $P<0.01$, *** $P<0.001$ (*compared with data at 0 hr)

はやや展延性が低下していた。既に示したとおり、硬度がわずかに増加しており、マンノースやマンニトールよりもゆっくりではあるがデンプン顆粒内への水の浸透が進み、物性変化が徐々に生じているものと推察される。

上記結果より、ソルビトールを添加したS-MPでは、調製直後の硬化ならびに糊化による高粘弹性を有意に抑制することができた。S-MPは前述の問題点である臨床現場では使用し難い点を改善しうる製剤となった。

考察

D (+)-Mannose や D (-)-Mannitol を添加したMohsペーストは、初期の硬度上昇を有意に抑制することができたが、48時間後に伸長特性が増加するとともに、経時的に粘着性も強く表れた。これは、D (+)-Mannose や D (-)-Mannitol は、オリジナルの処方に比べ、水のデンプン顆粒内への浸透速度を遅くするものの、徐々にデンプン顆粒内への水分子の浸透が進み、48時間後には糊化が生じてしまったためと考えられる。

一方、硬度上昇抑制効果が最も強く表れたD-Sorbitol 添加系では、48時間後においても粘着性が効果的に抑制できており、糊化が抑制できていることが確認できた。調製直後は、他のペーストよりも硬度が低いため展延性は大きな値を示したが、48時間経過後ではやや展延性が低下していた。この展延性の変化は、48時間後はペーストの硬度がわずかに増加しており、D (+)-Mannose や D (-)-Mannitol よりもゆっくりではあるがデンプン顆粒内への水の浸透が進み、物性変化が

徐々に生じているものと推察される。

5. S-MP の臨床応用

S-MPを、横浜南共済病院の緩和維持科部長及びWound Ostomy and Continence Nursing (WOC)認定看護師の協力を得て、臨床使用における検討を行った。臨床研究を行うに当たって、S-MPの使用については、院内倫理委員会の承認を得ております、症例報告を行なうにあたり患者家族に対しては、口頭と書面による説明を行ない書面での同意を得ている。

(1) 患者背景

症例1：60代 女性

現病歴：2011年臍周囲痛で近医を受診し、臍炎疑いで当院外科紹介となった。精査の結果卵巣癌の疑いが強く当院婦人科に紹介受診となった。臍部には 2×3 cmのサイズで、皮膚より1.5 cmほど隆起した腫瘍が露呈していた。2012年+4ヶ月、卵巣癌ステージIV期、臍腫瘍の診断で、子宮摘出術+両側付属器摘出+大網切除術が施行された。手術で臍腫瘍も摘出する予定であったが、腹腔内に連続しており摘出不能であった。

(2) 治療経過

原疾患に対しては、過去4年間に経口アロマターゼ阻害薬、タモキシフェン、カペシタビンが順次投与されていた。皮膚浸潤に対して自宅でセルフケアを行なっていたが、出血が著明となつたため、止血目的で入院し、S-MP処置を実施することになった。

S-MP処置時の経過をFig. 11に示す。S-MPを塗布前(Fig. 11-a)に、疼痛予防のため創部に2%リドカインゼリーを塗布し、フルルビプロフェン注50 mgを静注した。なお、病巣部周囲の健常皮膚の保護には白色ワセリンを用いた。S-MP塗布後の疼痛はNRS(Numerical rating scale)0/10であった。塗布後30分間固定させた後にS-MPを洗浄除去した。除去後、腫瘍表面の一部より持続的な出血があったため、出血部位に再度S-MPを塗布した。24時間後に洗浄除去したところ、すべての部位において止血を確認した(Fig. 11-b)。初回処置から5日後再度出血が観察され、12日後、出血量が多くなってきたため、再度、S-MP塗布を実施し、30分間固定により止血された(Fig. 11-c)。固定後の疼痛はNRS 1/10であつ



Fig. 11 The Progress after the Mohs Paste Application

た。

また、前回固定した左乳房の突出部分 $40 \times 30 \times 15$ mmを切除した(Fig. 12)。

24時間の新処方MPの固定により得られた固定深度は、切除部分において測定した結果、13 mmであった(Fig. 13)。切除部に出血は見られなかつた。

(3) 切除部の病理診断

新処方Mohsペーストの効果を確認するためには、切除部の病理診断を実施した。最深部の大部分に焼灼による凝固変性が加わっているため、判断困難な部分が多いが、壊死以外のほぼ全てのがん細胞にviability(がん細胞の増殖能)があると考えられた。

考察

研究で開発したD-Sorbitolを添加した新処方MPを用いて、臨床現場にて、乳がん患者の自壊創に対して処置を行った。調製した新処方MP(Fig. 14)は、O-MP(Fig. 15)と比較して硬度、粘度とも抑えられ市販の軟膏に物性が近く、ヘラを用いて容易に病巣部に短時間で塗布することが可能であった。

切除部分の病理診断は、壊死以外のほぼ全てのがん細胞にviabilityがあるとの結果であったが、十分に固定効果は得られており、切除時に出血も認められなかった。また、非切除部分は30分の固定時間でも腫瘍表面は硬化し、充分な止血が得られた。乳がん自壊創の出血症例に対してO-MPを処置したところ、30分間の塗布で止血効果が得られており³¹⁾、D-Sorbitol添加の新処方MPは、従来型のO-MPと同等の効果があると考えられた。

以上より、D-Sorbitol添加の新処方Mohsペーストは、従来の製剤に比して塗布性が改善され、効果も同等であることが推察されたことから、今



Fig. 12 Fixed Organization Section from the Breast Cancer



Fig. 13 Tissue Invasion Depths of Fixation



Fig. 14 D-Sorbitol-added Mohs Paste



Fig. 15 Original Mohs Paste

後の臨床現場で有用な製剤となり得ることが明らかになった。

6. デンプン非含有 MP の製剤物性

現在、院内製剤として調製されている Mohs ペーストには、以下の二つの問題点が指摘されている。一つ目の問題点は、Mohs ペーストは、調製後の硬度変化が著しく、強い粘着性を示すようになるため、処置時に取り扱いづらく、目的とする病巣部に効率よく、均一に塗布することが困難となる点である。この問題点に対しては、これらの物性変動が亜鉛華デンプンに含まれるバレイショデンプンの糊化に由来することを明らかにし、調製後の急激な物性変動が抑制された D-Sorbitol 添加の新処方 Mohs ペーストを開発した。

二つ目の問題点は、止血や滲出液の抑制を目的

として処置した際に、滲出液などを Mohs ペーストが吸水することによって、液状化が起こり、塗布部からペーストが流れ出て周囲の健常皮膚に付着し、皮膚に障害を起こすことがある点である²⁹⁾。

そこで、さらなる利便性向上を目的に、製剤学的問題点である「著しい物性の変化」および「吸水後の液状化」の両方を改善した、亜鉛華デンプン中のバレイショデンプンを除去した製剤の開発を試みた。今回、新たに処方設計をした C-MP と、従来から用いられてきた O-MP との製剤学的物性の違いについて、ペーストの硬度や成分の放出性試験などに基づき評価した。

(1) C-MP の調製法

塩化亜鉛50 g を精製水25 mL に溶解させ、塩化亜鉛水溶液とした。酸化亜鉛 12.5 g (亜鉛華デンプン25 g に相当)、微結晶 Cellulose 3.125 g を量り取り、乳鉢にてよく混合した。そこへ軟膏基剤 (Macrogol 軟膏、吸水クリーム、親水クリームのいずれか) 8.5 g と、グリセリン 2 mL を加え、さらに乳棒でよく練合したものに、放冷した塩化亜鉛水溶液を徐々に加え、混和・均一化し、C-MP とした。調製したペーストは20 mL のプラスチック製軟膏容器に充填し、室温で保存した。

以下、基剤に Macrogol 軟膏を用いたペーストを M-MP (Cellulose-Macrogol Mohs paste without starch)、吸水クリームを用いたペーストを A-MP (Cellulose-Absorptive cream Mohs paste without starch)、親水クリームを用いたペーストを H-MP (Cellulose-Hydrophilic cream Mohs paste without starch) と表記する。

調製した各 Mohs ペーストの処方を Table 1 に示した。

Table 1 Formula of Mohs Paste

	O-MP	M-MP	A-MP	H-MP
Zinc chloride (g)	50	50	50	50
Purified water (mL)	25	25	25	25
Zinc oxide starch powder (g)	25			
Zinc oxide (g)		12.5	12.5	12.5
Microcrystalline Cellulose (g)		3.125	3.125	3.125
Macrogol ointment (g)			8.5	
Absorptive cream (g)				8.5
Hydrophilic cream (g)				8.5
Glycerin (mL)		2	2	2

(2) 硬度測定評価法

各処方改良 C-MP の製直後（0 時間）から 72 時間までの硬度の経時的变化を Fig. 16 に示す。OMP では、塩化亜鉛水溶液に亜鉛華デンプンを添加後、乳棒による攪拌が出来なくなるほど急激な硬度上昇が生じ、調製直後の硬度は約 20 N であった。この高い硬度は、時間の経過と共に減少した。一方で、デンプンを含まずに、結晶セルロースと軟膏基剤を使用した処方改良 M-MP, 処方改良 A-MP, 処方改良 H-MP では、調製直後の硬度は約 0.1~0.4 N で、経時的な硬度変化もほとんど認められなかった。

(3) 伸長特性の経時的変化

各処方改良 C-MP の調製直後から 72 時間までの伸長特性の経時的变化を Fig. 17 に示す。調製直後の OMP の伸びは 5.2 mm であった。しかしながら、1.5 時間後には 23.5 mm, 24 時間後には 53.3 mm, 72 時間後には 67.3 mm と、時間の経過に伴つ

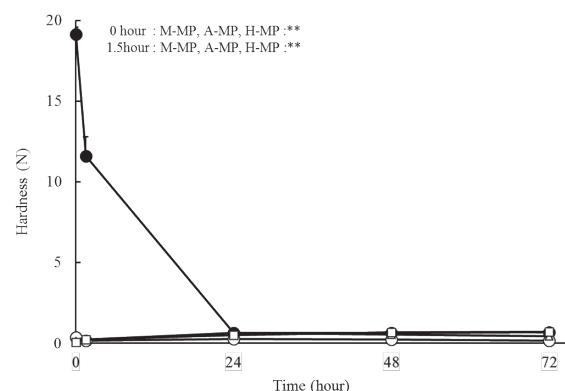


Fig. 16 Time Course of Mohs Paste Hardness
Each point represents the mean \pm S.D. ($n=3$). Welch's *t* test, compared with O-MP. *** $P<0.01$, ● : O-MP, ○ : M-MP, △ : A-MP, □ : H-MP.

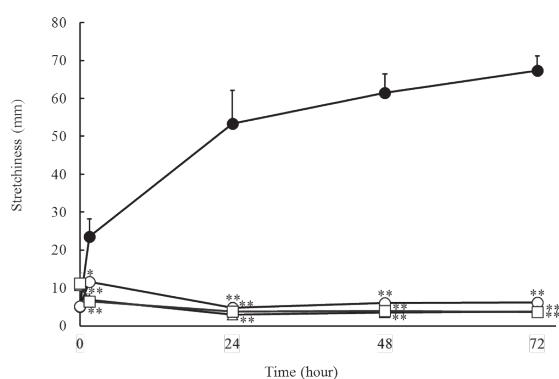


Fig. 17 Time Course of Mohs Paste Stretchiness
Each point represents the mean \pm S.D. ($n=3$). Welch's *t* test, compared with O-MP. * $P<0.05$, ** $P<0.01$, ● : O-MP, ○ : M-MP, △ : A-MP, □ : H-MP.

て MP が軟化し、高い伸長特性を示すようになつた。一方、C-MP においては、M-MP は 5.2~11.7 mm, A-MP は 2.9~10.7 mm, H-MP は 3.7~11.2 mm で、いずれも経時的な伸長特性の著しい変化は認められなかつた。

(4) 亜鉛成分の MP からの *in vitro* 放出挙動

有効成分である亜鉛の、各処方改良 C-MP からの放出挙動を Fig. 18 に示す。SMP, AMP, HMP の亜鉛成分の放出速度はほぼ同程度であったのに對し、M-MP からの亜鉛成分放出速度速く、M-MP からの累積放出量を、S-MP と比較すると 120 分後には 1.3 倍、300 分後においては 1.5 倍となり、有意に高い値を示した。

(5) MP の吸水特性

3 時間の吸水特性試験において、試料 1 g あたりに吸水された水分量を Fig. 19 に示す。O-MP は試料 1 g あたり約 0.43 g の水分を保持する特性を有していた。O-MP と比較して、M-MP と H-MP では吸水量に有意な差は認められなかつた。一方、A-MP の吸水量は O-MP と比較して低い値を示し、約 0.78 倍であった。

吸水後の Mohs ペーストの様子を Fig. 20 に示す。吸水後の O-MP は、液状化が観察され、硬度を測定したところ 0.01 ± 0.00 N と著しく低い値を示した。一方で、M-MP, A-MP, H-MP は吸水しても液状化は生じなかつた。

考察

M-MP, A-MP, H-MP は、O-MP と比べて硬度や伸長特性、展延性の経時的な変化はほとんどみ

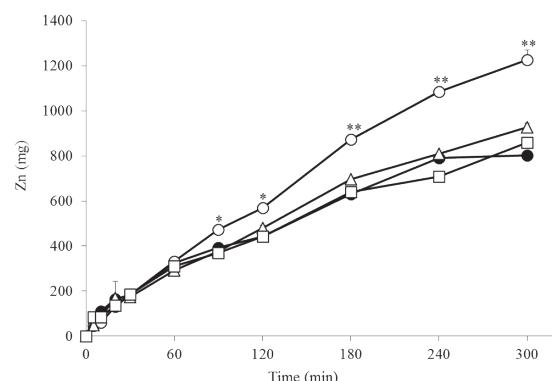


Fig. 18 Release Profiles of Zinc from Each Formulations Mohs Paste
Each point represents the mean \pm S.D. ($n=3$). Welch's *t* test, compared with O-MP. * $P<0.05$, ** $P<0.01$, ● : O-MP, ○ : M-MP, △ : A-MP, □ : H-MP.

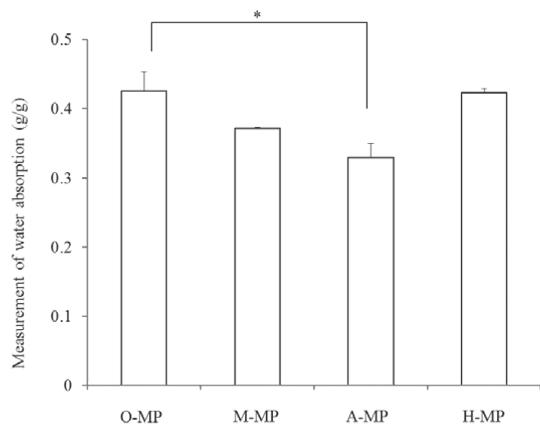


Fig. 19 Water Absorption of Each Formulations Mohs Paste
Each point represents the mean \pm S.D. ($n=3$). Welch's *t* test, compared with O-MP, * $P<0.05$.

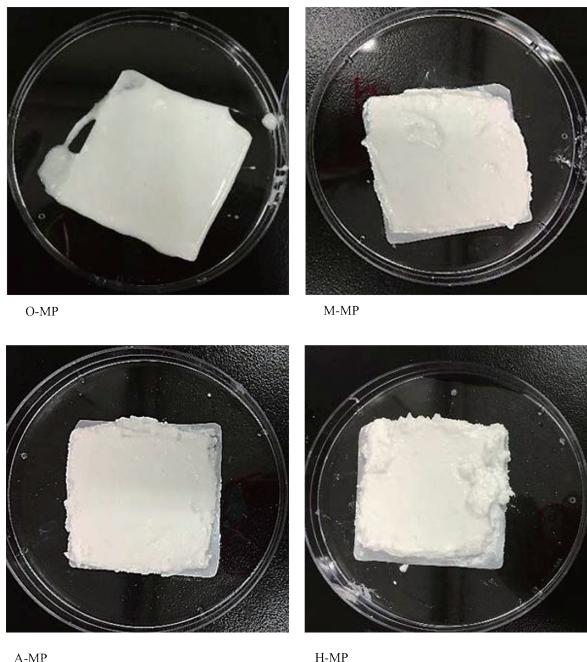


Fig. 20 Photographs of Mohs Paste after Water Absorption Test

られなかった。バレイショデンプンを処方中から除去したことで、O-MP に生じた粘着性も認められなくなり、M-MP, A-MP, H-MP の伸長特性は、市販されているカデックス[®] 軟膏0.9%（伸長特性： 10.4 ± 0.5 mm）やザーネ[®] 軟膏0.5%（伸長特性： 10.6 ± 1.4 mm）と同程度であることが確認された。展延性に関して、M-MP, A-MP, H-MP は、調製直後の O-MP および市販されているカデックス[®] 軟膏0.9% やザーネ[®] 軟膏0.5% に近い展延性を示すことが確認された。

C-MP は、市販の軟膏剤に近い物性を有し、O-MP の経時的な硬度変化や伸長特性の変化が抑

えられていた。このことから、O-MP は用時調製の必要があったが、C-MP は事前調製による作り置きが可能となることが示唆された。さらに、高い粘着性が生じないことから、患部への均一な塗布も容易になり、処置に要する時間が短縮されると考えられる。

有効成分である亜鉛の Mohs ペーストからの *in vitro* 放出性試験を実施したところ、A-MP, H-MP は O-MP と同様の挙動を示したのに対し、M-MP からの亜鉛成分の放出速度は速く、O-MP と比較して累積放出量は 2 時間で約1.3倍、5 時間で約1.5倍の亜鉛の放出量であった。これには、軟膏基剤中における拡散速度が関係し、親水性の Macrogol 軟膏では、亜鉛イオンの拡散速度が大きく、速い放出を示したと推察された。一方、O-MP ではデンプンの糊化に伴う粘性増加によって拡散速度が遅く、低い放出性となつたと考えられる。さらに、吸水クリームや親水クリームは乳剤性基剤であるため、Macrogol 軟膏に比べて処方中の疎水性成分の割合が増している³²⁾。このため、ペースト中での亜鉛イオンの拡散速度が低下し、A-MP や H-MP からの亜鉛の放出量が M-MP よりも少なかつたと考えられる。この結果から、M-MP は、O-MP よりも亜鉛の放出速度が速く、より短時間での組織固定が可能になると推定され、患者にとって、同一体位を保持する時間を短縮することができることから、身体的、精神的負担の軽減が期待される。

吸水特性試験では、O-MP は水分を保持する特性を有していたが、吸水後は液状化し、ろ紙上から流れ出していた。一方、C-MP では、いずれの軟膏基剤を用いた場合においても、吸水後における液状化は認められなかった。吸水量については、M-MP と H-MP は O-MP と同程度であったが、A-MP は約0.78倍でやや低い値を示した。この結果から、C-MP の吸水特性に関しては、軟膏基剤の影響が大きいと考えられ、油中水型（W/O 型）の吸水クリームでは吸水能が低いが、水溶性基剤の Macrogol 軟膏や水中油型（O/W 型）の親水クリームを用いた C-MP は、O-MP と吸水能に有意な差は認められないことが確認された。M-MP と H-MP は、同程度の吸水力を維持しながらも吸水後の液状化が抑制されたことから、周囲の健常組

織障害のリスク軽減につながることが推察される。

MP は、悪性腫瘍病変の湿潤した自壊創に塗布し、処置後に流水等で除去する^{33,34)}。H-MP で使用している親水クリームは、薬効薬理として乾燥型の皮膚疾患に適用し、湿潤型のものでは皮膚分泌物との混和性および皮膚浸透性が大きく、分泌物の再吸収により、ときに病状の悪化をきたすことがある乳剤性基剤である³⁵⁾。一方で、M-MP で使用している Macrogol 軟膏は、Macrogol 400 と Macrogol 4000 の等量混合物で、刺激性がなく、湿潤病変にも使用可能で、水に溶けやすいため、容易に洗い去ることができる水溶性基剤である^{36,37)}。MP が適用となる患部の状態や使用方法を考えると、C-MP 処方中の軟膏基剤としては、親水クリームよりも、Macrogol 軟膏を用いる方が好ましいと考えられる。

以上のことから、本研究において新たに処方設計した C-MP は、製剤学的物性的検討結果、急激な物性変化は抑制され、吸水後の形状として液状化が生じないことが見出された。使用基剤としては、薬効薬理的特徴や有効成分の *in vitro* 放出性試験と吸水特性の評価から、水溶性基剤である Macrogol 軟膏が最も適していることを明らかにした。

7. 処方改良 Mohs ペーストの保存安定性評価

これまでの処方改良 MP の物性変化は室温で検討しており、保存温度による影響や長期間保存による影響については明らかになっていない。そこで、本研究では、冷所および加速条件下で30日間保存した際の、製剤物性の変化および有効成分に関する保存安定性を評価した。

(1) 硬度の経時的变化

各 MP の硬度の経時的变化を Fig. 21 に示す。O-MP の硬度は、調製直後 12.6 ± 3.4 N で高い値を示したが、30日後には保存条件に関わらず時間の経過と共に著しく低下した。一方で、S-MP は、調製後の硬度は 0.5 ± 0.7 N で、冷所保存条件下において経時的な硬度上昇が観察された。また、保温保存条件下においては、有意な変化は認められなかった。C-MP は、調製後の硬度は 1.8 ± 0.5 N で、保存条件に関わらず有意な経時的硬度変化は認められなかった。

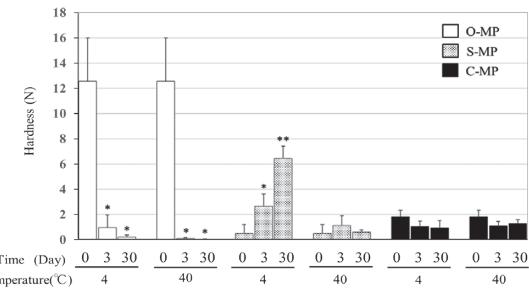


Fig. 21 Time Course of Mohs Paste Hardness
Each column represents the mean \pm S.D. ($n=3$). Obtained with Welch's *t* test, Compared with data at 0 day. * $P<0.05$, ** $P<0.01$.

(2) 伸長特性の経時的变化

各 MP の伸長特性の経時的变化を Fig. 22 に示す。調製後の O-MP の伸びは 2.2 ± 0.2 mm であった。時間の経過に伴ってペーストは軟化し、30日後には保存条件に関わらず高い伸長特性を示すようになった。冷所保存と比較して保温保存条件下の方が、3日後における伸長特性の増大は顕著であった。一方で、S-MP では、冷所保存下で経時的な伸長特性の増大は観察されなかった。また、保温保存下においては、伸長特性が増大した。C-MP においては、保存条件に関わらず、伸長特性の有意な変化は認められなかった。

(3) 展延性の経時的变化

各 MP の展延性の経時的变化を Fig. 23 に示す。ペーストの展延の様子は、いずれの試料も試験開始後の数秒で止まり、その後、測定時間の300秒までの間の伸びはほとんど見られなかった。調製後の O-MP の展延性は 16.7 ± 3.3 mm を示し、保存条件に関わらず上昇した。一方で、S-MP は、調製後の展延性は 25.5 ± 1.8 mm であったが、冷所保存後の展延性は低下し、保温保存後は有意な変化は認められなかった。調製後の C-MP の展延

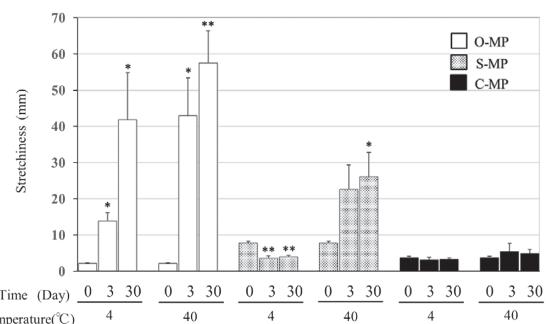


Fig. 22 Time Course of Mohs Paste Stretchiness
Each column represents the mean \pm S.D. ($n=3$). Obtained with Welch's *t* test, Compared with data at 0 day. * $P<0.05$, ** $P<0.01$.

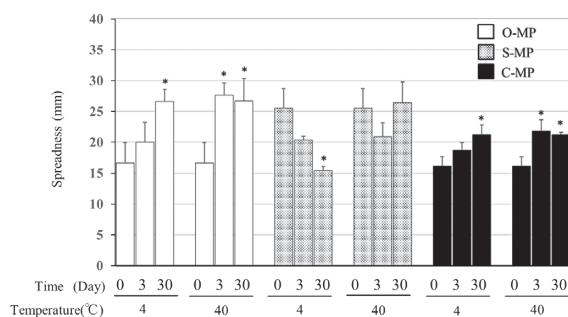


Fig. 23 Time Course of Mohs Paste Spreadness

Each column represents the mean \pm S.D. ($n=3$). Obtained with Welch's *t* test. Compared with data at 0 day. * $P<0.05$.

性は、 16.2 ± 1.5 mm であった。30 日後の伸延性は保存条件に関わらず上昇した。

(4) 亜鉛成分の Mohs ペーストからの *in vitro* 放出挙動

各 MP ペーストについて、有効成分である亜鉛の放出挙動について試験を行った。最初に 4°C および 40°C の条件で保存した O-MP における結果を Fig. 24 に示す。

次に、4°C および 40°C の条件で保存した S-MP における亜鉛の放出挙動の結果を Fig. 25 に示す。最後に、4°C および 40°C の条件で保存した C-MP における亜鉛の放出挙動の結果を Fig. 26 に示す。

考察

長期保存条件下の実験において、C-MP は物性変化の要因であるデンプンを含んでいないため、硬度および伸長特性の有意な変化は認められなかった。放出特性に関しては、第 2 章における調製直後の比較実験で、O-MP よりも C-MP は亜鉛

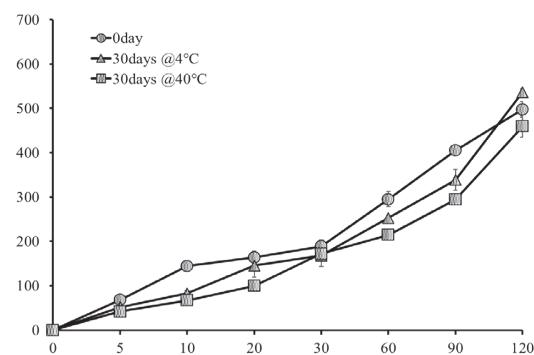


Fig. 25 In Vitro Release Profiles of Zinc from S-MP after Storage

Data are shown as the mean \pm S.D. ($n=3$).

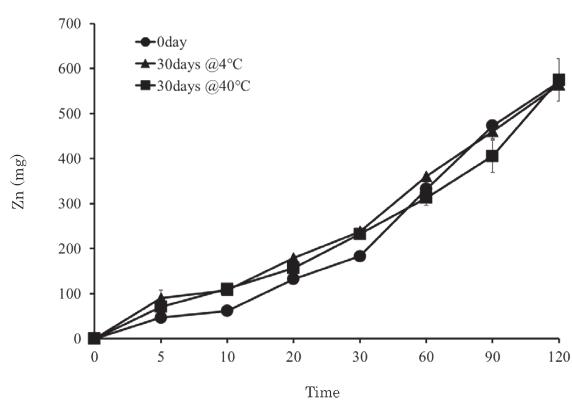


Fig. 26 In Vitro Release Profiles of Zinc from C-MP after Storage

Data are shown as the mean \pm S.D. ($n=3$).

の放出速度が高いことが認められており³⁸⁾、本研究においても、各 MP 共に長期保存による大きな変化がなかったことから、同様の結果が示された。MP は悪性腫瘍病変の自壊創に塗布し、処置後に流水等で除去するが、C-MP は亜鉛の放出が速いことから、組織固定のための処置時間の短縮が可能になると推定される。また、基剤が Macrogol 軟膏であることから被洗浄性が良好であり³⁹⁾、洗浄時の利便性も向上されると考えられる。塗布や洗去に要する時間および固定時間の短縮により、患者の同一体位を維持する身体的、精神的負担の軽減が期待される。

以上のことから、C-MP は冷所での保管は必要とせず、常温での保管が可能であり、少なくとも 1 カ月以上は製剤物的には安定である可能性が示唆された。本研究の結果から、今回検討した MP の中では、保存後の製剤特性が最も安定しているのは C-MP であることが確認された。O-MP は用時調製が必要であったが、処方改良により

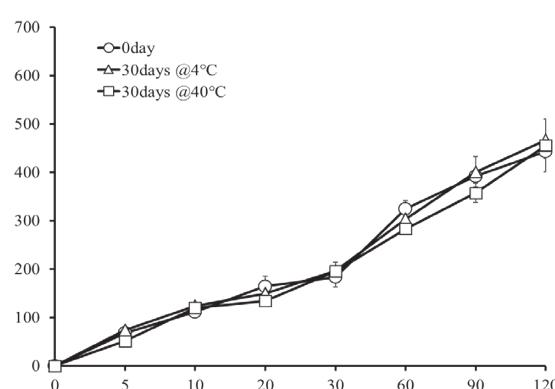


Fig. 24 In Vitro Release Profiles of Zinc from O-MP after Storage

Data are shown as the mean \pm S.D. ($n=3$).

S-MP および C-MP は院内製剤の事前調製が可能となったことを明らかにした。

8. 処方改良 Mohs ペーストの吸水特性およびマウス腫瘍組織における固定効果

処方改良 MP について、処方変更が薬理効果に与える影響を評価した。MP は、出血および滲出液を抑制する際に、患部からの液体成分をペースト内に吸収保持しながら、組織を固定する。組織固定の作用としては、MP 中の亜鉛イオンによりタンパク質の高次構造が変化して凝固するため、塗布部位の腫瘍細胞または腫瘍血管のタンパク質は変性する。それと同時に、MP の吸水能によって自壊創の表面は乾燥し、その結果、出血および滲出液が減少する。そのため、本研究では、最初に処方改良 MP の吸水特性を比較検討した。

MP が病変部位を化学的に固定する到達深度は、塗布時間に依存する。しかし臨床症例では、患部の皮膚組織の状態によって固定条件が様々であるため、MP の組織固定浸透速度を比較することは困難である。本研究では、S-MP と C-MP の皮下腫瘍組織に対する固定効果を比較するために、皮膚担がん腫瘍モデルマウスを作成して実験を行った。

(1) 吸水特性評価

a) 吸水性試験

3 時間の吸水試験において、試料 1 gあたりに吸水された水分量を Fig. 27 に示す。O-MP は試料 1 gあたり約 0.4 g の水分保持特性を有していた。O-MP と比較して、S-MP および C-MP では吸水量に有意な差は認められなかった。

b) 吸水後の形状観察

吸水後の各 MP の様子を Fig. 28 に示す。吸水後の O-MP および S-MP は液状化して、ろ紙上から

Formulation	Mean Water Absorption (g/g)	Standard Deviation (g/g)
O-MP	~0.40	~0.04
S-MP	~0.41	~0.05
C-MP	~0.40	~0.05

Fig. 27 Water Absorption of Each Formulations Mohs Paste
Each column represents the mean \pm S.D. of 3 trials. Welch's *t* test compared with original formulation Mohs paste.

流れ出していた。一方で、C-MP は吸水後でも液状化せずに形状を保持したままであった。

c) 吸水による硬度変化

次に、吸水前と後の各 MP の硬度を測定した結果を Fig. 29 に示す。調製直後の O-MP の硬度は 12.6 ± 3.4 N であったが、吸水後は 0.01 ± 0.01 N と著しく低い値を示した。S-MP の調製直後の硬度は 0.5 ± 0.7 N を示し、吸水後の硬度は 0.01 ± 0.01 N で、有意に低下していた。C-MP の調製直後の硬度は 1.8 ± 0.4 N で、吸水後は 1.6 ± 0.3 N を示し、吸水後においても有意な硬度変化はなかった。

(2) 腫瘍組織固定効果

a) Mohs ペースト塗布後の腫瘍組織観察

各試料を皮膚担がんマウスの腫瘍部位に塗布し、CT スキャン画像にて腫瘍組織の状態を観察した。塗布 6 時間後の画像を Fig. 30 (A) に示した。全ての MP 群において、腫瘍表面の塗布部から腫瘍内部に向かって高吸収域が観察され、タン

Fig. 28 Photographs of Each Mohs Paste Sample after Water Absorption

15

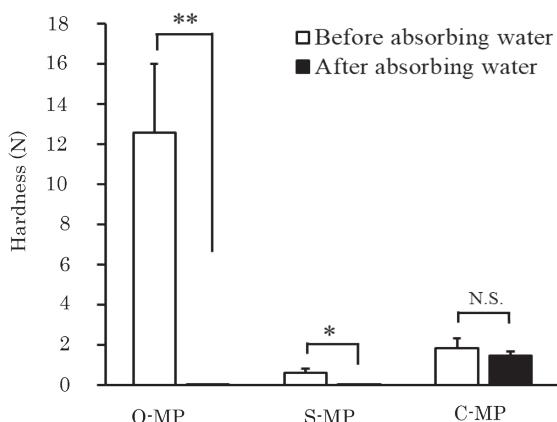


Fig. 29 Hardness of Mohs Paste before and after Water Absorption

Each point represents the mean \pm S.D. of 3 trials. Welch's *t* test compared with before absorbing water. * $P<0.05$, ** $P<0.01$.

パク変性が確認された。塗布24時間後の画像を Fig. 30 (B) に示した。いずれのMP群においても、24時間後では6時間と比較して変性が進行して

深部の組織が固定されていた。また、自壊創モデルにおいても、すべての群で固定組織の高吸収域が観察された (Fig. 31)。

b) 組織固定深達度評価

次に、MP塗布後6時間および24時間の腫瘍組織の固定深達度を計測した結果を Fig. 32に示す。O-MP群の組織固定深達度は6時間後で 1.27 ± 0.24 mm, 24時間後で 2.75 ± 0.35 mmであった。S-MP群は6時間後で 1.17 ± 0.15 mm, 24時間後で 2.36 ± 0.37 mmであった。S-MP群の6および24時間後の組織固定深達度はO-MP群との間に有意な差は認められなかった。(各 $P=0.95, 0.17$) C-MP群の組織固定深達度は6時間後で 1.82 ± 0.48 mm, 24時間後で 3.50 ± 0.41 mmであった。C-MP群は6, 24時間後ともにO-MP群と比較して組織固定深達度が有意に増加していた。(各

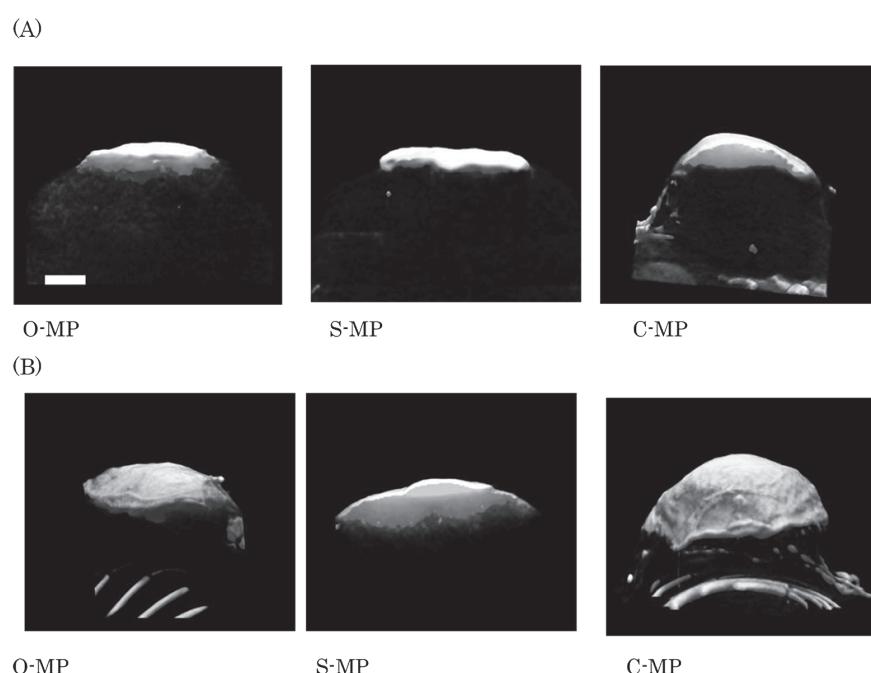


Fig. 30 CT Images of the Mouse Skin Tumor Tissue after Mohs Paste Application
Cross-sectional view. (A) : 6 hours after Mohs paste application, (B) : 24 hours after Mohs paste application.
The white bar indicates (2000 μm).

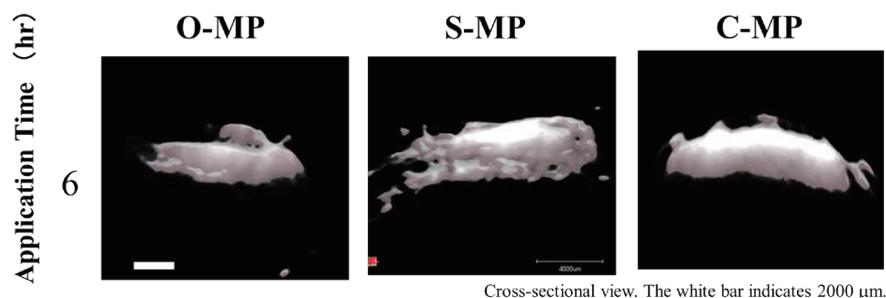


Fig. 31 CT Images of the Mouse Skin Tumor Tissue after MP Application

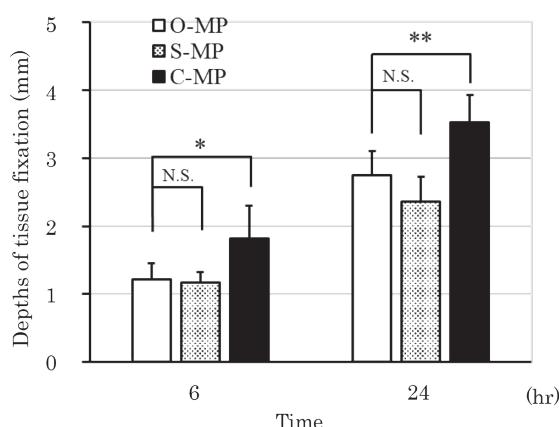


Fig. 32 Effect of Formulation on the Tissue Invasion Depth
The invasion depths of tissue fixation at 6 hours and 24 hours of each sample application were measured. Each column represented mean \pm S.D. ($n=6$), Dunnett's test, * $P<0.05$, ** $P<0.01$. compared with original formulation Mohs paste.

$P=0.011, 0.005$

また、自壊創モデルにおいても、皮膚腫瘍組織における亜鉛の浸透深度は、すべての群において経時に増大した。24時間塗布した自壊創群の一部では、死亡例があり n 数が低下した。塗布 6 時間後では、自壊していない腫瘍と比較して、表皮を除去した自壊創における組織固定深度は、全 MP 処方において有意に高い値を示した (Fig. 33)。

考察

吸水特性評価において、S-MP と C-MP は、調製直後の O-MP と吸水能に有意な差は認められな

いことが確認された。C-MP は、O-MP と同程度の水分保持特性を有しながら、吸水後の硬度や形状に有意な変化はなく、吸水による物性変化が少ないことが明らかになった。これらのことから、C-MP は、製剤の液状化による患部からの流出および周囲皮膚組織を損傷する危険性が O-MP や S-MP よりも低いと考えられた。

C-MP の組織固定深達度は、O-MP と比較して 6 時間後で約 1.5 倍、24 時間後で約 1.3 倍の高い値を示した。C-MP は、処方中のデンプンを微結晶 Cellulose と Macrogol 軟膏に置換えた製剤であるため、S-MP よりも処方変更水準が高い製剤である。C-MP は *in vitro* 放出試験において、2 時間後の亜鉛放出量が O-MP の 1.3 倍、5 時間後は 1.5 倍の高い放出特性を示し、放出速度が O-MP よりも速いことを確認している。組織固定深達度および放出特性の結果から、C-MP は処方変更により組織固定効果が高くなっていることが示唆された。

また、自壊創モデルにおいては O-MP の亜鉛浸透深度が大きくなり、有意な差は示されなかった。自壊創群で塗布後 3, 6 時間の組織固定の進行が速かった固体において、塗布 24 時間後に死亡が見られた。腫瘍容積に対して過度の組織硬化が原因と考えられた。自壊創モデルにおいて組織固定深達度が高値を示したことから、表皮の透過過程は亜鉛浸透の律速段階であることが示唆された。皮

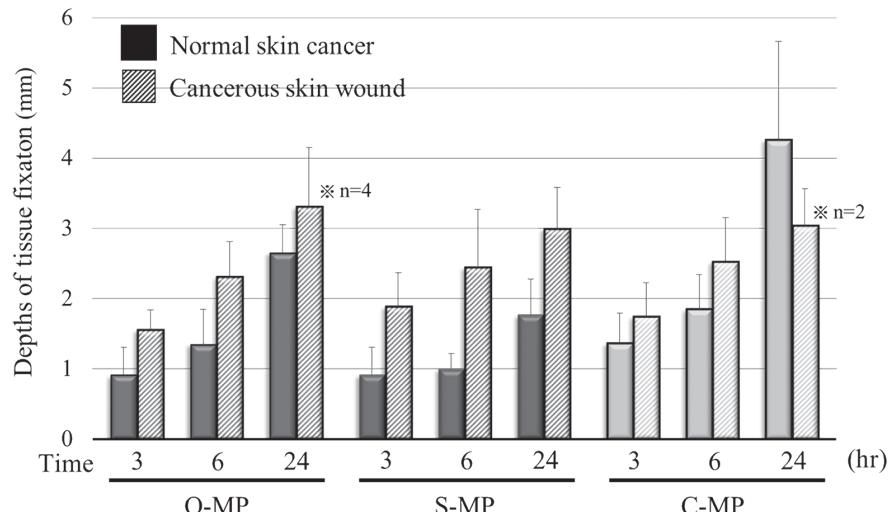


Fig. 33 The Invasion Depths of Tissue Fixation
Each column represents the mean \pm S.D. ($n=6$), Welch's t-test, * $P<0.05$, ** $P<0.01$, compared the depth with normal tumor and epidermal removal. * The data of Cancerous skin wound group shows $n=4$ or $n=2$ due to the death of mice.

膚組織の状態により浸透深度が異なることから、臨床使用時には患部の状態によって塗布時間を考える必要があると考えられた。

総括

がん性創傷でQOLを著しく低下している患者は全国に多く存在している。乳がんの自壊粗創からは、浸出液や出血液が多量に排出されるため、医療従事者は、治療に苦慮する(Fig. 34, 35)。

現在、医療施設で院内製剤として作成されているMPは、調製後の硬さや粘着性などの物性が不均質であることが報告されている。経時的に物理化学的特性が変化するため、作成には用時調製を要し、病巣部への均一塗布が困難となり、処置時には塗布性を維持するためグリセリン添加などの硬度調節が必要となる。また、滲出液や出血を多量に吸水した後、MPが液状化して塗布部位から流れ出し、周囲の健常皮膚に付着して炎症等の皮



Fig. 34 Photo of Breast Cancer Presenting with Malignant Fungating Wound



Fig. 35 Photo of Breast Cancer Presenting with Malignant Fungating Wound

膚障害を起こすこと、グリセリン添加によって吸水後の液状化がさらに亢進することなどの問題点を有している。

本研究では、MPの臨床現場での利便性の向上を目的とし、MPの物性変動の要因解明と製剤学的検討を行い、上記の臨床上の問題点を解決し得る新規製剤を開発した。

O-MPの硬度、伸長特性、展延性についての物性変化およびグリセリン添加の影響を検討したところ、グリセリン添加は、硬度は低下させるが伸長特性は増加させ、塗布性は改善されないことが見出された。共焦点レーザー顕微鏡を用いて亜鉛華デンプンの形態観察実験を行った結果、初期の硬度上昇は塩化亜鉛存在下のデンプン顆粒内への水分子浸透による膨張、その後の硬度低下および粘着性の出現は、デンプンの糊化による現象であることが見出され、調製後の急激な物性変化の要因は製剤中のデンプンであることを明らかにした。そこで、処方に水和能力を有する可溶性成分を添加して物性を比較した結果、4%のD-Sorbitol添加は、O-MPの急激な硬度上昇と伸長特性の増加を抑制することを明らかにした。さらに、乳がん患者の皮膚自壊創例に臨床使用した結果、S-MPは硬度や粘度が安定して塗布性は改善されており、安全性や創部止血効果はO-MPに劣らない製剤であることを明らかにした。

処方の亜鉛華デンプン中に含まれるバレイショデンプンを、微結晶Celluloseと吸水性基剤に置換して、デンプンを含有しない製剤設計を試み、製剤学的物性を検討した。吸水性基剤として、Macrogol軟膏、吸水クリーム、親水クリームを用いて比較したところ、すべてのC-MPは、硬度や伸長特性、展延性の経時的な変化がほとんど見られず、O-MPに生じた粘着性も認められなかった。有効成分である亜鉛についてin vitro放出性試験を行った結果、A-MPおよびH-MPはO-MPと同様の放出挙動を示したのに対し、M-MPからの亜鉛成分の放出速度は速く、O-MPと比較して累積放出量は2時間で1.3倍、5時間で1.5倍の亜鉛の放出量を示した。吸水特性評価の結果、M-MPおよびH-MPの吸水性には有意な差は認められなかつたが、A-MPは0.78倍で吸水性は低かつた。3時間吸水後の形態を観察したところ、すべ

での C-MP は液状化が生じなかった。本研究により、C-MP は急激な物性変化が抑制されて、吸水後の形状として液状化が生じないことが見出され、使用基剤としては水溶性基剤である Macrogol 軟膏が最も適していることを明らかにした。

次に、二種類の処方改良 MP について、冷所条件および加速条件下にて保存し、安定性評価を行った。調製後30日間の物理化学的特性を評価したところ、S-MP は、冷所保存により硬度が上昇し、加速条件下では伸長特性が増大した。一方で C-MP はいずれの条件下でも硬度および伸長特性の有意な変化を示さないことが見出された。さらに *in vitro* 放出性試験を行った結果、各 MP は、保存による有効成分の有意な放出速度の変化は認められなかった。S-MP は冷蔵庫等で保管して使用前に常温に戻すことで1カ月以内であれば塗布性が維持され、C-MP は常温保存で少なくとも1カ月は製剤学的物性が安定であることを明らかにした。本研究は、処方改良 Mohs ペーストは、臨床現場において院内製剤の事前調製が可能となったことを裏付けたという点で非常に重要である。

処方改良 MP の吸水特性および腫瘍組織における固定効果については、吸水特性評価として、3時間吸水後の吸水性、性状および硬度を測定した結果、水分保持能力に有意な差は認められないが、吸水後の性状は S-MP は硬度が低下して液状化し、C-MP は有意な硬度変化は示さずに形状を保持する吸水特性が見出された。皮膚担がん腫瘍マウスを作成し、MP 塗布後、6時間と24時間の腫瘍組織を CT で観察し、組織固定深達度を計測した結果、S-MP の組織固定効果は O-MP と同等で、C-MP は有意に高い固定効果を有することが見出された。C-MP は短時間で時間依存的に腫瘍組織を固定させ、液状化による患部からの流動リスクが軽減された製剤であることを明らかにした。また、自壊創モデルにおいては組織固定深達度が高値を示したことから、表皮の透過過程は亜鉛浸透の律速段階であることが示唆された。組織の状態により浸透深度が異なることから、臨床使用時には患部の状態によって塗布時間を考慮する必要があると考えられた。

今回の研究は、MP の物性変化の要因が処方中

のデンプンであることを明らかにし、新規製剤設計した処方改良 MP が、臨床現場における利便性を向上し得る根拠となる重要な知見を得た。本研究により、MP の問題点であった粘度や硬度等の物性が安定して塗布性を大幅に改善することができた。C-MP は吸水後の液状化が抑制されたことで周囲組織への障害リスクが軽減し、さらに保存安定性が向上したことにより事前調製が可能となり、塗布性の向上、流水除去の効率化、固定時間の短縮化につながることを明らかにした。以上、本研究によって得られた知見は、患者の体位拘束等の心身の負担や、医療従事者の負担の軽減が期待され、臨床上、利便性の高い MP 製剤の設計に貢献することができた。

おわりに

今回、MP の医療ニーズを通じて基礎研究を行い、新規製剤設計を行った院内製剤について、臨床応用を行うことができた。今後は、市販化への研究を更に行いがん性創傷治療や在宅医療における Mohs 療法に貢献していきたいと考える。

利益相反 開示すべき利益相反はない。

尚、本論文は岐阜薬科大学博士（薬学）学位論文『Mohs ペーストの新規製剤設計と臨床応用に関する研究』の一部データを引用し、新たに研究データを追加して執筆したものである。

REFERENCES

- 1) Mohs FE, Grier M (1941).「Pre-excisional fixation of tissue in the treatment of cancer in rats」, *Cancer Res.*, 1, 49-51.
- 2) Mohs FE (1941).「Chemosurgery: A microscopically controlled method of cancer excision」, *Arch Surg.*, 42, 279-295.
- 3) Mohs FE (1950).「Chemosurgical treatment of melanoma: A microscopically controlled method of excision」, *Arch Derm Syphilol.*, 62, 269-279.
- 4) Mohs FE (1980). Chemosurgery, *Clin Plast Surg.*, 7, 349-360.
- 5) Mohs FE (1982). Chemosurgical techniques, *Otolaryngol Clin North Am.*, 15, 209-224.
- 6) Phelan JT, Milgrom H (1967).「The use of Mohs' Chemosurgery technique in the treatment of skin cancers」, *Surg Gynec Obstet.*, 125, 549-560.
- 7) Robins P, Menn H (1970).「Chemosurgery of the treatment of skin cancer」, *Hosp Prac.*, 5, 40-50.

- 8) 森俊二 (1981). 化学外科療法 (Mohs 氏法), マルホ皮膚科セミナー, **21**, 8-11.
- 9) 大久保恒正, 重山昌人, 岡本清尚 (2000). 「ケモサイジカル軟膏」, 高山赤十字病院紀要, **24**, 8-11.
- 10) 宇宿一成, 福重智子, 久保洋一, 中釜秀樹 (2004). 「Mohs surgery で治療した有棘細胞癌の1例」, 臨床皮膚科, **58**, 772-774.
- 11) 北村昌紀, 大塚正樹, 藤原規広, 吉川周佐, 清原祥夫, 鬼塚哲郎 (2007). 「Mohs chemosurgery で QOL の改善と完全寛解を得た有棘細胞癌の1例」, Visual Dermatology, **6**, 736-739.
- 12) 馬渕恵理子, 辻真紀, 甲斐裕美子, 井上千津子 (2007). 「肛門管癌の直接浸潤に対する Mohs' paste 使用経験」, 臨床皮膚科, **61**, 934-936.
- 13) 高橋明仁 (2008). 「Mohs ベーストが有効であった原発不明癌の1例」, 皮膚科の臨床, **50**, 110-111.
- 14) 小川久貴 (2008). 切除不能乳癌局所病巣への Mohs Paste 外用の試み, 癌と化療, **35**, 1531-1534.
- 15) 上田喬士, 田辺健一, 白井京美, 齊藤典充, 高須博, 勝岡憲生, 富澤淳, 朝比奈昭彦 (2008). 「悪性黒色腫に対する Mohs ベーストの使用経験」, 皮膚科の臨床, **50**, 1197-1200.
- 16) 安成根, 新田悠紀子, 嘉陽織江, 大野稔之, 影山潮人, 森谷鈴子 (2009). 「Mohs ベーストが有効であった顔面の有棘細胞癌の1例」, 皮膚悪性腫瘍研究会機関誌, **24**, 40-43.
- 17) 桑原広昌, 古川洋志, 池田正起, 北村孝, 塩谷隆太, 菊地慶介 (2010). 「切除不能な皮膚悪性腫瘍に対する Mohs ベーストの使用経験」, 皮膚悪性腫瘍研究会機関誌, **25**, 61-64.
- 18) 重山昌人, 大萱豊秋, 大久保恒正 (2005). 「患者の QOL 向上と薬剤師の関わり PART I. 院内製剤 (34) 各種疾患に対する特殊院内製剤設計と臨床応用～手術不能例に対する chemosurgical treatment への参画～」, 医薬ジャーナル, **41**, 2289-2294.
- 19) 吉田有紀, 前川直輝, 山中一星, 國行秀一 (2008). 「転移性皮膚腫瘍に対する治療 - Mohs ベーストによる QOL の改善ー」, 皮膚科の臨床, **50**, 167-170.
- 20) 武内有城 (2010). 「Mohs ベーストが出血・浸出液コントロールに有効であった進行癌皮膚浸潤・転移の2例」, 日本臨床外科学会雑誌, **71**, 1909-1915.
- 21) 渡邊英里香, 加藤直子, 村田純子, 斎藤奈央, 氏家英之, 田中寛之 (2010). 「Mohs 氏軟膏療法を試みた原発性および転移性皮膚悪性腫瘍の6例」, 臨床皮膚科, **64**, 605-608.
- 22) 渡辺啓太郎, 木下寛也, 久能木裕明, 阿部恵子, 松本禎久, 喜多嶋拓士 (2010). 「症状緩和目的で Mohs paste を使用し, QOL が改善した食道癌皮膚転移の1例」, 臨床外科, **65**, 1169-1172.
- 23) 南和彦, 長谷川直子, 福岡修, 宮島千枝, 角田玲子, 深谷卓 (2011). 「Mohs 軟膏を用いた頭頸部腫瘍の出血, 疼痛制御」, 日本耳鼻咽喉科学会会報, **57**, 558-562.
- 24) 南和彦, 宮崎拓也, 西村一成, 綾田寅之進, 市丸和之, 佐藤進一, 土師知行 (2012). 「緩和治療における Mohs 法の応用」, 頭頸部外科, **22**, 247-253.
- 25) 吉福孝介, 西元謙吾, 川俣洋生, 金澤絵莉, 高演哲也, 松崎勉 (2014). 「出血を繰り返す中咽頭癌後発リンパ節転移症例に対する Mohs 軟膏の有用性」, 耳鼻と臨床, **60**, 67-71.
- 26) 菊池絵里, 飯村仁美, 橋口宏司, 藤澤順 (2013). 「悪性腫瘍の皮膚自壊創に対する Mohs' paste の使用経験」, 共済医報, **62**, 51-54.
- 27) 大井裕子, 小穴正博, 林裕家, 相家明憲, 山崎章郎, 石巻静代, 鈴木道明, 近藤百合子, 山本美和 (2009). 「緩和ケア領域における Mohs' ペーストの有用性—出血コントロールの観点から—」, 日本緩和医療学会誌, **42**, 346-350.
- 28) 竹森康子, 安部美穂, 沖山良子, 佐藤勘治, 饗場伸作, 金子聰, 豊田隆 (2010). 「低濃度モーズ軟膏を使用した原発性および転移性皮膚悪性腫瘍の3例」, 日本病院薬剤師会雑誌, **46**, 783-786.
- 29) 中西敏博, 武内有城, 伊奈研次, 長尾清治 (2011). 「Mohs ベーストの塗り方を改良した Mohs ガーゼ法が有用であった転移性皮膚腫瘍の1例」, 日本緩和医療学会誌, **6**, 324-329.
- 30) Izumo N., Shigeyama M., Maho T., Kikuchi E., Hashiguchi K., Fujisawa J., Murata M., Isobe T., Hanioka N., Watanabe Y., Teramachi H (2016). *JSPHCS*, **42**, 246-254.
- 31) Taguchi M., Shigeyama M., Ito N., Ogawa N., Takahashi C., Murata M., Hanioka N., Yamamoto H., Teramachi H (2017). *YAKUGAKU ZASSHI*, **137** (4), 477-484.
- 32) 大橋洋之, 松岡摩耶, 大石佳奈, 岡野達郎, 武藤真悠子, 久保悠, 斎藤千尋, 門野岳史, 川上民裕, 相馬良直, 生野雅也 (2015). 「悪性黒色腫の皮膚転移からの出血に対し経カテーテル動脈塞栓術と Mohs ベーストが有効であった1例」, Skin Cancer, **30**, 108-112.
- 33) 吉福孝介, 西元謙吾, 川俣洋生, 金澤絵莉, 高演哲也, 松崎勉 (2014). 「出血を繰り返す中咽頭癌後発リンパ節転移症例に対する Mohs 軟膏の有用性」, 耳鼻と臨床, **60**, 67-71.
- 34) 高久史麿 (2013). 「皮膚外用療法の基本戦略, “治療薬マニュアル”」矢崎義雄監修, 医学書院, 東京, pp 1911-1913.
- 35) 小玉直樹, 児玉泰光, 田中英一郎, 小菅健裕, 谷口裕重, 高木律男 (2011). 「末期口腔癌皮膚転移症例に対する Mohs paste の使用経験」, 日本口腔外科学会雑誌, **57**, 558-562.
- 36) 増田建一, 新弘一, 大島久智, 森藤隆史, 花嶋純, 實積克彦 (2010). 「頬部扁平上皮癌を Mohs chemosurgery で治療したアルツハイマー型認知症の1症例」, 日本老年医学会雑誌, **47**, 75-78.
- 37) 日本薬局方解説書編集委員会 (2011). 親水クリーム, "第十六改正日本薬局方解説書", 廣川書店, 東京, pp 1358-1359.
- 38) Fukuyama Y, Kawarai S, Tezuka T, Kawabata A, Maruo T (2016). 「The palliative efficacy of modified Mohs paste for controlling canine and feline malignant skin wounds」, *Vet Q*, **36**, 176-182.
- 39) 渡辺淳平, 後藤伸之, 久保田康生, 政田幹夫, 松浦克彦, 山川雅之, 渡部一宏 (2012). 「院内製剤の市販化に向けた日本病院薬剤師会の取り組み」, 薬剤学, **72**, 35-38.

在宅ホスピス療養者の家族が求める死別ケアの内容 —看取りを行なった遺族へのインタビュー調査からの考察—

小澤美和^{1,4}, 内野聖子², 山本里美¹, 後藤雪絵³, 上原主義¹

¹名寄市立大学保健福祉学部看護学科

²岐阜医療科学大学看護学部看護学科

³医療創生大学看護学部看護学科

⁴筑波大学大学院人間総合科学研究科

Bereavement care required for families of patients receiving home hospice care — A discussion based on an interview survey on family members who experienced end-of-life care —

Miwa OZAWA^{1,4}, Seiko UCHINO², Satomi YAMAMOTO¹, Yukie GOTO³, Kazuyoshi UEHARA¹

¹Faculty of Health and Welfare Science Department of Nursing, Nayoro City University

²Department of Nursing, Gifu University of Medical Science

³Department of Nursing, University of Medical Formation

⁴Graduate school of Comprehensive Human Sciences, University of Tsukuba

要旨

【目的】在宅看取りを行った家族介護者にインタビューを行い、満足感、医療者への死別ケアニーズ、退院支援と情報提供に焦点をあてながら求められる死別ケアについて明らかにすることを目的とした。

【方法】2012年10月～2016年11月に、訪問看護を利用し在宅において看取りを行なった家族介護者を対象に半構造化面接を実施した。

【結果】面接を行った遺族は10名、うち2名は同じ利用者の遺族であり同時に面接を行った。面接回数は1回であった。10名中9名が女性であり、続柄は6名が娘、3名が配偶者であった。遺族ケアの要望（経験）の合計は、回答なし4名、回答あり6名だった。

【考察】死別前のケアとなる情報提供は、医療者の医学的判断に基づく病態予測とともに死期の予測、介護者の健康状態、就労状況に応じた介護継続期間予測、臨終の瞬間のシミュレーションをし、充分に家族の希望に添えるケアが提供できるよう費用面も含め多面的に推し量る必要があると考える。

【結論】在宅ケアの制度が充実してきているが主介護者がフルタイムで働きながら在宅で看取ることは厳しい状況が本研究でも明確になった。対象者全員が自身への遺族ケアの希望を語ってはいない状況もあり、充分に利用者のケアに関わる家族の希望に添えるケアが提供できるよう費用面も含め多面的に推し量る必要があることが明らかになった。

Key words : 在宅ホスピス、死別ケア、遺族

連絡先：

小澤美和

〒096-8641 北海道名寄市西4条北8丁目1番

名寄市立大学保健福祉学部看護学科

電話番号：01654-2-4199（内線3116）

メールアドレス：oza-miwa@nayoro.ac.jp

内野聖子

〒501-3892 岐阜県関市平賀字長峰795-1

岐阜医療科学大学看護学部看護学科

電話番号：0575-22-9416（内線902）

メールアドレス：suchino@u-gifu-ms.ac.jp

ABSTRACT

Purpose: We interviewed family caregivers who cared at home for a family member at deathbed. This study aimed to determine what type of bereavement care is required, focusing on their satisfaction, as well as the roles of healthcare professionals in bereavement care, support after hospital discharge, and provision of information.

Methods: We conducted a semi-structured interview with family caregivers who utilized home- visit nursing services and cared at home for a family member at deathbed between October 2012 and November 2016.

Results: We interviewed 10 bereaved family caregivers, two of whom were in the same family of a dead person and received our interview at the same time. The number of interviews with each caregiver was only one. Nine of 10 caregivers were female, consisting of six daughters and three spouses. To a question regarding request for (or experience of) care for the bereaved family, four caregivers did not respond while six responded.

We consider that healthcare professionals need to provide the following information to family caregivers before bereavement: a predicted course of the disease and a predicted time of death based on medical judgment; a predicted duration of caregiving according to the health status and employment status of individual caregivers; and a simulation of the moment of death.

Conclusions: Although the home nursing care system is being improved in Japan, it is very difficult for the principal family caregiver to care at home for a family member at deathbed while working full-time, which was demonstrated by our study as well. Considering that all caregivers did not express their wish to receive care themselves, our study revealed that healthcare professionals need to guess their needs and wishes from various aspects, including the aspect of cost, in order to fully provide care that meets family caregivers' wishes in relation to care for nursing care service users.

Key words : home hospice care, bereavement care, bereaved family

I. 序論

わが国は近い将来、超高齢化社会、そして多死社会を迎えることになる。また近年、医療の場を施設から在宅へ移行する方向にある事は社会的な要請でもある。しかし日本の在宅死亡の割合は先進国内でも低いと指摘され¹⁾、今後の急速な高齢化進行にむけ、在宅看取りの推進の重要性が指摘されている。こうした在宅看取りを担う専門職として訪問看護師は重要な役割を果たしている。

訪問看護におけるケアの対象は、療養者と家族が一つのケア単位と捉える。この療養者における家族すなわち、家族介護者は、在宅ターミナルの帰結として療養者が亡くなった際、一般的に悲哀という一連の心理過程をたどる²⁾。その過程で遺族となった家族介護者は身体的にも種々の悪影響が生じるといわれる³⁾。とくに、死別に伴って生じる社会経済的な二次ストレスがさらに心身の悪影響をもたらすとも報告されており⁴⁾、遺族への死別後ケアも訪問看護業務として位置づけられている⁵⁾。しかし、遺族ケアの実施率は必ず実施し

ている者が37.4%、事例によっては実施しているものが46.2%であり⁶⁾、すべての遺族がケアを受けるとは限らず課題が生じている。この理由として、遺族への死別後のケアは訪問看護業務として位置づけされているが、保険点数として診療報酬が加算されない現状がある。よって、診療報酬の加算がない遺族ケアよりも通常の訪問看護が優先されることや⁷⁾、遺族へのケアに関する教育の不足による役割の曖昧さが影響している⁸⁾。

海外の悲嘆・死別ケアに対する先行研究では、悲嘆に関する状況要因は、死別1年で減少することからも死別後の継続した支援が必要であり、これらの先行研究から、死別前から症状出現のリスクアセスメントを行い、個人のニーズに応じた介入の必要性があることが示唆されている。在宅での看取りに関する研究の多くも介護に伴う家族の負担や困難感、ストレスの大きさに焦点が当てられてきた⁹⁾。一方で、在宅緩和サービスを受けた家族介護者（遺族）は、病院やナーシングホームで家族を亡くした遺族に比べ患者のケアや最後の迎え方についてより満足しているという報告もあ

る¹⁰⁾。

わが国における研究では、緩和医療領域で遺族を対象に満足度調査が実施され、ホスピス緩和ケア病棟のケアに対する評価尺度が作成され¹¹⁾、不適応など負の側面だけでなく、肯定的な面にも着目した在宅終末期がん患者家族介護者の死別後の成長感と看取りに関する体験との関連を調査したものがある¹²⁾。在宅療養の遺族を対象としたものでは、全国の訪問看護ステーションによるグリーフケアの実施状況と今後の課題を検討したもの¹³⁾、訪問看護師から遺族訪問を受けた遺族の認識や経験について意味づけを分析した研究¹⁴⁾、在宅で終末期がん患者を介護した家族の体験¹⁵⁾といった終末期がん患者に焦点を当てた研究が多く非がん患者を対象にした研究は少ない。筆者らは、終末期患者、家族介護者、専門職が主体的に在宅死や看取りができるためには、切れ目ない死別ケアが求められていると考えており、継続看護の視点から在宅ケアシステムに着目した研究活動をしてきた¹⁶⁾。死別ケアとは、悲嘆ケアを指す。悲嘆は、死別後だけではなく、死別前から始まっている。したがって死別ケアは、死別前においては、早期からの家族の予期悲嘆・悲嘆への援助として、判断や意思決定に関する情報の共有を意味する。死別後においては、家族の疲労と健康状態の管理を含めた新しい生活構築をしていくことを意味する。今後、療養者と家族の負担が軽減され、主体的に在宅死や看取りができるためには個別性を考慮した専門的な死別における支援（死別ケア）が必要であると考えている。

そこで本研究は、在宅看取りを行った家族介護者にインタビューを行い、満足感、医療者への死別ケアニーズ、退院支援と情報提供に焦点をあてながら求められる死別ケアについて明らかにすることを目的とした。

用語の操作的定義

1. 「死別ケア」：本研究では、「死別ケア」を訪問看護師が実施する在宅終末期における死別前後の悲嘆ケア及び家族（遺族）ケアを含めたケアと定義する。なお、ビリーブメントケア、グリーフケア、看取りケアと同義語とする。

2. 「在宅ホスピス」：療養者の生活の場である「家」において実施されるホスピス（ケア）のこと。本

研究では、がん療養者のみならず、非がんの終末期療養者についても含める。

II. 方法

1. 研究対象者の選択

選定条件として、訪問看護を利用し在宅において看取りを行なった家族介護者とした。本研究では、訪問看護施設管理者の協力と研究協力に応じた大学教員からの紹介を得て行った。訪問看護施設の選定は、機縁法を用いた。

2. データ収集の方法

1) データ収集期間

2012年10月～2016年11月

2) データ収集方法

半構造化面接を実施した。面接場所は対象者の自宅や紹介者が指定した場所に出向きインタビューを行った。面接時間は30分～50分であった。

質問内容は、①在宅看取りに至った経緯、②在宅での看取りを行って良かったこと、③在宅での看取りにおいて困ったこと、④医療者への要望、⑤死別後の遺族ケアへの要望、⑥入院費用と在宅ケアに関わる費用の比較について、⑦利用者の疾患名、享年、性別、⑧遺族の年齢、性別、看取りまでの介護期間、利用者との関係、現病歴、⑨看取り後1年間の間に体調の不調を感じているかという内容を対象者の語りの文脈を妨げないよう配慮し面接を行った。

3. データの分析方法

1) 基本統計による単純集計と併行して、対象者の了承を得て、ICレコーダーに録音した面接内容を逐語録に起こした。

2) データの文脈を大切にしながら妥当な推論を行うクラウス・クリッペンドルフの内容分析¹⁷⁾の手法を参考にして質的記述的分析を行った。質問内容ごとのキーワードに着目しながら、意味内容の類似性に基づきカテゴリー化した。

3) 質的研究方法の研究者、老年看護の専門家からの協力を得ながら信頼性と妥当性の検討を行った。データ分析は、1人の分析を終えた後に、次の対象者のデータと比較しながら分析し、カテゴリー間の関連性を確認しながら最終的にサブカテゴリー、カテゴリーにまとめた。

本研究では、共同研究者および、インタビュー調査に協力した訪問看護施設管理者間の数名と数回にわたり分析過程や分析結果の妥当性の検討を行った。

4. 倫理的配慮

研究概要の説明の後、倫理的配慮として、以下の4点を説明した。①研究目的・実施方法・面接の内容、②面接協力への自由意志と途中の中止によっても不利益を受けないこと、③面接内容の録音拒否によっても不利益を受けないこと、④個人情報の管理と保護について、インタービュー調査への同意は、書面と口頭で許可を得た。訪問看護施設管理者に事前に研究の趣旨について口頭および文書にて説明を行い、協力者への同意を文書で得た。個人情報はすべて匿名化し、分析および調査結果の公表過程において、個人が特定されないように留意した。なお、この研究の実施にあたり、名寄市立大学研究倫理委員会（番号13-012）、松蔭大学研究倫理委員会（番号45）の承認を得た。

III. 結果

1. インタビュー対象者の概要と遺族ケアの要望および在宅の費用（表1）

以下カテゴリーを【 】、サブカテゴリーを＜ ＞で示す。なお、遺族の語りを『 』で示す。

本研究の対象者は在宅看取りを行った遺族であるが、面接を行った遺族は10名、うち2名は同じ利用者の遺族であり同時に面接を行った。面接回

数は1回であった。10名中9名が女性であり、続柄は6名が娘、3名が配偶者であった。遺族ケアの要望（経験）の合計は、回答なし4名、回答あり6名だった。死別後の遺族ケアへの要望は、語りの文脈から家族構成員のケアを希望しており、『お父さんが元気にならなかった。私は孫とかいるし紛らわせた。お父さんのケアをしてもらいたかった。（H氏、70代）』というように、4名中3名が家族構成員のケアを希望していた。また、『やっぱり亡くなつて一番落ち込んだのは、うーんと、父なんですよね。父をどうフォローするか、家族は父を見守っていたんですけど、診療所に血圧が高いので、父もずっとかかっていて、母を看取ってくれた先生や看護師さんと顔を合わせるんですね、そのなかで声をかけていただいたと思うんですよね。（A氏、60代）』などであった。次に、死別後の遺族ケアの経験では、2名の遺族ケアの経験があった。経験の機会は、自治体における遺族会1名、葬儀社主催の食事会が1名であった。10名中2名は、費用は低かった。10名中4名は、高いと感じていた。一方、10名中3名は、費用が高くても在宅の価値はさらに高いと感じていると話していた。残りの1名については、対象者の語りの文脈から抽出されなかった。

2. 在宅看取りに至った経緯（表2）

在宅看取りまでの経緯では、医療機関からの勧めが5名と最も多かった。在宅介護の知識を得た主介護者が決めているが2名、ケアマネージャー・ヘルパー等、福祉機関からの勧めが2名であった。

表1 利用者と遺族の属性

ID	利用者 (年代)	性別	利用者病名	続柄	遺族 (年代)	遺族の現病歴	看取りまでの 介護期間	遺族ケアの要望	遺族ケアの経験	在宅費用への 価値意識
A	60代	女性	すい臓がん	娘	40代	回答なし	約1か月 (入退院を繰り返す)	家族構成員へのケア	回答なし	費用高いが在宅の 価値は更に高い
B	50代	男性	肺がん・骨転移	妻	50代	肩こり・肋間痛	3ヶ月	回答なし	回答なし	回答なし
C	80代	女性	腎不全・多臓器不全・腹膜透析	娘	60代	下肢痛	1年以上	回答なし	遺族会	費用低い
D1	100代	女性	腰椎圧迫骨折	娘 (二女) 娘 (三女) 娘 (長女)	60代 60代 50代	二人とも腰痛・不眠	1年以上	家族構成員の バーンアウト予防	回答なし	費用高い
D2										費用高い
E	80代	女性	肝臓・胃がん	娘 (長女)	50代	回答なし	3ヶ月	回答なし	回答なし	費用低い
F	50代	男性	すい臓がん	妻	50代	高血圧・不眠	2ヶ月	回答なし	回答なし	費用高い
G	80代	女性	肝臓がん	息子	60代	回答なし	2ヶ月 (入退院を繰り返す)	回答なし	回答なし	費用高いが在宅の 価値は更に高い
H	70代	女性	大腸がん	娘	50代	不眠	6ヶ月	回答なし	回答なし	費用高いが在宅の 価値は更に高い
I	70代	男性	大腸がん・パーキンソン病	妻	60代	高血圧・動脈硬化・ 骨粗鬆症	2ヶ月	回答なし	葬儀社主催の 食事会	費用高い

表2 在宅で介護を行うことになった経緯

カテゴリー	サブカテゴリー	コード
本人の意思を尊重	アドバンス・ケア・プランニング (ACP) の実践	母がしたいようにしようということは、みんな一致していて、なんとなく病気が分かった時から、もしそういう風になつたらそういう風にしたいねってみんなで話をしていたり。
	状態や病状とともに表れた希望に添った	母が抗がん剤があわなかつた。アレルギー反応が出来てしまつて、家に帰つて、帰りたいといふんでその時に、(施設名)さんのほうで先生がいらっしゃるというので、開業医の先生を紹介していただきました。やることがないというか、そういう経緯。
家族介護者の意思決定	在宅介護の知識を得た主介護者が決めた	訪問看護の本でみましたね。本読んでたら、在宅で亡くなる本とか読んでいた。ホスピスはすすめられただけで、1月か、2月に言われた。
	医療従事者のすすめで決めた	訪問さんのほうで、先生がいらっしゃるというので、開業医の先生を紹介していただきました。やることがないというか、そういう経緯で。

在宅介護の知識を得た主介護者が決めたが2名、医療機関からのすすめが5名、ケアマネ・ヘルパーから等福祉機関からの勧めが2名であった。

3. 在宅看取りを行なつて良かったことと困ったこと（表3）（表4）

在宅看取りを行なつて良かったこととしては3つのカテゴリー【日常生活の中で幸せに過ごすことができた】【家族が満足感を得ることができた】【家族の負担軽減】、7つのサブカテゴリー＜孫に会えたこと＞＜好きな家にいることができた＞＜家族がいつもそばで手厚い看護をすることができた＞＜息を引き取る瞬間に立ち会えた満足感＞＜充分な医療スタッフとのコミュニケーション＞＜看

取られる側からのねぎらい＞＜心身の負担軽減＞が抽出された。

在宅看取りを行なつて困ったこととしては、3つのカテゴリー【症状コントロールの対応困難】【家族で担う介護の大変な状況】【家族へのケア不足】、8つのサブカテゴリー＜外来受診をすること＞＜食欲不振への対応＞＜家族の夜間帯の対応＞＜一人での疲れ、つらさ＞＜終末期の看護＞＜不十分な退院支援への不信＞＜寄り添わない主治医＞＜パターナリズム＞が抽出された。

表3 在宅看取りを行なつてよかったこと

カテゴリー	サブカテゴリー	コード
日常生活の中で幸せに過ごすことができた	孫に会えたこと	孫が帰ってきて、お母さんただいま、お母さんといつてもおばあちゃんなんんですけど、お母さんと呼ばせて貰つたんですけど、そういうふうにしていたり、日常のなかにいられたというのは、良かったと思うし。
	好きな家にいることができた	病院にいるよりは家にいたほうが、同じ寝ているにしても家の自分の部屋の窓から見慣れた風景が見られていい。制限のない環境。
家族が満足感を得ることができた	家族がいつもそばで手厚い看護をすることができた	母もが好きだった。わがままでも病院では言えないです。家にいたら、あれは嫌だよ、これは嫌だよって、病院は、そういうわけには、いかないそもそもね。やっぱり自宅が良かった。そうですね。大好きな家で、生活できること。
	息を引き取る瞬間に立ち会えた満足感	家に居させてあげたから食べるものなんか色々工夫して食べさせることができましたし、いつも接していくから良かったみたい。大変だったけど私たち、すごい大変だったけど良かったと思う。在宅なので、すぐに母のそばにいらされたことが良かったですね夜もね。病院に通わなくて、いつも居られたってこと。
家族の負担軽減	充分な医療スタッフとのコミュニケーション	最期を見た。のど抜けが下にさがっていくのを息を引き取るのを見た。それを私目の前で見られたから、良かったと思っている
	看取られる側からのねぎらい 心身の負担軽減	家に帰ってきて、訪問看護師さんがよく看てくれました。訪問の先生だと時間をたっぷりとてくれる。30分とかいてくださる。看護師さんも1時間くらい、ちゃんと母と向き合つて話してくださるしすごいよかったです。

表4 在宅看取りを行なつて困ったこと

カテゴリー	サブカテゴリー	コード
症状コントロールの対応困難	外来受診をすること	薬を取りにいく算段も大変でした。耳鼻科、眼科、皮膚科、往診してくれる人がいないまた、連れていけない高齢化して、病院のほうが困るというか、難しいんだけれど、なんかあつたら、あれだというので、それは一番困った。100歳というのを聞いたとん、自分たちの人に負えないんだからちょっと大変だった。母は、爪巻だったんですね。
	食欲不振への対応	胃癌なので食べれなかったのが、すごい、ちょっと可哀そうだった。ほとんどもうもどしちゃって入らなくなってしまったときお腹すくじゃないですか、おしゃべり昆布をするいかず、ずっとしゃぶっていた。食べたいんですけど、そういうのをしゃぶって、なんとかしら、まさかわしていたというか。それが可哀そうでしたね。
家族で担う介護の大変な状況	家族の夜間帯の対応	吸引。気管支に入った痰は、取れなかった。夜中が一番困ったね。24時間介護というのが痰を取つてあげなくてはならないので夜中に起きさせちゃう。夜、ヘルパーをいれてとケアマネに言った。そうした体制はないんですって。夜勤している人は、世の中に、たくさんいるのに。
	一人での疲れ、つらさ	交代要員がいる状況ならよかったです。本当は夫ですから、こここころの底から寄り添いたいんだけれど病めてしまつて、寄り添えないとか。心情なんていふんでもううかね、なんかそういう辛さはありません。だから精神的な余裕を持つためにも、やっぱり複数いることのほうが介護する人がまったくないから言わないでしようけど、そこは、その安易な流れは、ちょっと違うんじゃないかなあ。退院する方が患者さんのためでよつとうつしやり方は、どうでないと思いました。
家族へのケア不足	終末期の看護	最後の終末期は大変でしたね。あのう、日常の普通の感じではないですね。どんどん具合が悪くなる。あのう、急な時に苦しがつているようなこう起こしてくれとか今までにならぬことがあります。そういう時は、ちょっとどういうふうに対応していくか大変でしたねうーん、難しかつたです。専門の知識のある人ならわかるけど、まったくこっちは素人なので急、急っていうか本人もどうしていいかわからない、こっちもどうしていいかわからないちょっとね、ちょっと小さなニックになつたこともあった。
	不十分な退院支援への不信	12月に入つて総選挙があった。本人は、選挙に行きたいと言いました。家で投票できたらいい。その時点で認定しようとはじめ思った。手続きしたかったが、年末であつたしあきらめた。説明がないですね。
寄り添わない主治医	家族へのケア不足	その先生は、家で看取ると決めたなら懲り動いちゃいけないと言う。お母さんは半狂乱になって暴れたりするかもしれない。それで家で看取る覚悟があるか?そういうことをここで決めてくださいという感じなんです。お母さんが懲りちゃうと怒られちゃうんですね。
	寄り添わない主治医	投げやりな喋り方。なぜ、抗がん剤を打つ時にリスクとか家族にきちんと説明してくれなかつたのかな。説明がないですね。彼には余命は伝えておらず、肺がんということは伝えてある。彼の性格だと耐えられないと先生が言ったけれど、彼は、そんなこと言われてないから、もう少し、お医者さんとかちゃんとして欲しいと思う。忙しいのはわかるんですけど。日本の場合、医師がすべて牛耳っている。独占している。
	パターナリズム	家族って違うんですよね余命とか言わても治らない抗がん剤うづかっていうこと。本当に強いの、死期が早まるだけなんじゃないか実験だよね。何しろ、痛みがとれなかつた。医者と喧嘩すると言わわれている、だから言わなかつた。

4. 医療者への要望（表5）

医療者への要望としては3つのカテゴリー【家族支援の充実】【意思決定支援をしてほしい】【困難から見出された要望】、7つのサブカテゴリー＜家族の負担軽減の希望＞＜家族のことも考えた在宅支援体制の希望＞＜治療方針を丁寧に示してほしい＞＜社会資源に対する渴望＞＜十分な情報提供とインフォームドコンセントの充実＞＜今後の見通しがつくこと＞＜病院から在宅への移行期におけるケア＞が抽出され、『介護保険に関しては、最初から、後になってから、もちろん経済的なこともありますし、介護用のベッドもありませんから、福祉用具のところに、持ってきてもらいましたけど、その料金も、介護保険を申請していれば、全ての費用がね。そのへんのことは、1番最初に退院するときに、もっと情報がほしかった。あとになってから、やればよかったと思いましたけど。そもそも介護保険というと老人と思いこんでいますから。病気で退院して、介護保険が使えるという知識がなかった。そちらでおしえてもらうなり、期間が短かろうと、とにかく申請だけはしておけというような、なんかアドバイスがあったらなと思いました。（F氏、50代）』といった詳細な情報提供を希望していた。

IV. 考察

1. 在宅看取りを行った家族介護者（遺族）の特徴

家族介護者（遺族）が、在宅看取りに至る経緯は以下であった。在宅介護の知識を得た主介護者

が在宅看取りを決定しているケースでは、主介護者が医療職者と自営業の2例であった。次に、医療福祉機関からの勧めで在宅看取りのケースが7例であった。この主介護者は、パートタイム労働や専業主婦であり在宅介護に時間を費やす介護中心の生活を送るケースが6例であった。

先行研究でも考察されているように¹⁶⁾、在宅ケアの制度が充実してきているが主介護者がフルタイムで働きながら在宅で看取ることは厳しい状況と同様の特徴であった。看取りを終えて遺族となった後、実際に遺族会に参加したものは2例と少なかった。古内は、医療の場におけるグリーフケアは、付加的なサービスという位置づけであり、ただでさえ業務負担の大きい医療関係者にとって、遺族のために費やすことのできる労力や時間は限られていることを指摘している。また、患者の死後の遺族に対する援助に対しては、診療報酬の点数加算がないため、病院経営上もなかなか積極的になりにくい面を指摘している¹⁸⁾。

本研究においても家族介護者が、看取りを終えて遺族となった後、実際に遺族会に参加したものは2例と少ない特徴がみられた。

また、本研究対象者の家族介護者は、全員が自身への遺族ケアの希望についての文脈は認められなかった。文脈から抽出された意味では、研究対象者である家族介護者本人ではなく、さらに残された高齢の家族に対するケアを求めていた。家族介護者の年代は、40～60代が多く半数以上が現病歴を有していた。先行研究では、家族介護者（遺族）の特性として、女性であること、高齢である

表5 医療者への要望

カテゴリー	サブカテゴリー	コード
家族支援の充実	家族の負担軽減の希望	日本のケアは、貧弱と思う。本当に家族だけにかかる。すべてのサービスを使わせてもらっているけど、家族のことは考えてない。そういうケアはなっていない。本当に家族が悲鳴をあげている。家族ケアをするべき。亡くなる前のかかり、それが大事。それによって家族の人も楽。夜間に聞ければ、まったくない。
	家族のことも考えた在宅支援体制の希望	交代要員がいる状況ならよかったです。本当は夫ですから、こうこころの底から寄り添いたいんだけれど、疲れてしまって、寄り添えないといふ。心情なんていふんじょうかね、なんかそういう辛さがありました。だから精神的な余裕を持つためにも、やっぱり複数いることのほうが介護する人がまったく言わないとから退院しなさいっていう。その安易な流れは、ちょっと違うんじゃないかな。退院する方が患者さんのためですょっていうおっしゃり方は、そうでないと思いました。
意思決定支援をしてほしい	治療方針を丁寧に示してほしい	抗がん剤に対しては、家族には別室で、きちんと話すべき。マニュアルなんだうけど。ちゃんとして欲しいんですよ。わからないものね。知識がないって、放射線科の先生にも言われたんですけどね。奥さんが勉強するんですよとされました。「先生、本当に癌なんですか」と聞いたら、いきなり、余命が1年。治療して1年半と言われた。頭が真っ白になっただけ。別室で話すということが今まであれば、普通、そんなことがなかった。
	社会資源に対する渴望	1番最初に退院するときに、もっと情報がほしかった。あとになってからやればよかったと思いましたけど。そもそも介護保険といふと老人といふ感じでいますから。病気で退院して、介護保険が使えるという知識がなかった。そちらにおしえてもらうなり、期間が短かろうととにかく申請だけはしておけというような、なんかアドバイスがあつたらなと思いました。そちらの病院のところで、退院するときに情報がなかったので、ちょっと思いましたね。
困難から見出された要望	十分な情報提供とインフォームドコンセントの充実	セカンドオピニオン、必要だと思う。今まで本当、そんなことは思わなかつたんですよ。裏切るみたいに思っていた。繰り返しが嫌だから、行かないということで、でもお父さんは少しでも生きてもらいたいから。でも一からおかさまが痛い思いするのとは思ひません。そこで描れて、どうしていいのかなと。十分な情報提供がないと苦しくなって。どれが本当にいいのか分からなくて。私が本当にこういう性格で決められない。
	今後の見通しがつくこと	その点滴にいいようにポートを埋め込んで、これで家でも丈夫ですから点滴できますから退院しましょうっていう感じだったけれど本当にという感じはありました。
病院から在宅への移行期におけるケア	病院から在宅への移行期におけるケア	こちらも辛いときに、ずっと待っているということをみてほしかったな。そうだ母の方のお医者さんもね、母もいろいろ揺れちゃうんですよね。あの入院しろとかやめるとか言ってその時母が入院したいからって言って手続きねしてもらってお医者さんがいいですよ。手続きしますよとか言って。あのー待ってたら気がかわちやって母が。やっぱりやめるとかお医者さんに怒られちゃってね。

こと、配偶者であることなどが複雑性悲嘆のリスクファクターとして挙げられている¹⁹⁾。本研究で抽出されたデータの意味において、今後もキーパーソンだけではなく利用者に関わる遺族への継続したケアが必要であると考えられた。

2. 在宅看取りを行った遺族の死別前後のケアニーズ

在宅看取りを行った家族の困ったことについては、<食欲不振への対応><家族の夜間帯の対応><一人での疲れ、つらさ><終末期の看護><不十分な退院支援への不信><寄り添わない主治医><パートナリズム>などが挙げられていた。がん療養者の遺族においては、『説明がないですね。彼には余命は伝えておらず、肺がんということは伝えてある。彼の性格だと耐えられないと先生が言ったけれど、彼は、そんなこと言われてないから、もう少し、お医者さんとかちゃんと欲しいと思う。忙しいのはわかるんですけど。日本の場合、医師がすべて牛耳っている。独占している。(B氏, 50代)』という語りからもわかるように、死別前の十分なインフォームド・コンセントを求めていた。

ターミナル期にある利用者の身体状況は変化しやすく、身近で利用者を介護する家族の心身のストレスは多大なものである。死別前のケアとなる情報提供は、医療者の医学的判断に基づく病態予測とともに死期の予測、介護者の健康状態、就労状況に応じた介護継続期間予測、臨終の瞬間のシミュレーションをし、充分に家族の希望に添えるケアが提供できるよう費用面も含め多面的に推し量る必要があると考える。

海外の遺族調査では、家族の考える望ましい死の要因として、「死が差し迫っていても平穏である」「死が差し迫っていることを家族に説明されている」「家族がお別れをいえる」「患者が人として肯定されている」「個別性のあるケア」「家族に対する支持的ケア」が重要な要素であった²⁰⁾。家族に対する死別ケアは、死別前から始まっており、医療機関においてもパンフレットなどを用いて複数回、家族へ今後起こりうることを説明していくことが望まれる。

がん、非がん療養者の遺族から夜間帯の介護において次のような語りが聴かれた。『日本のケア

は、貧弱と思う。本当に家族だけにかかるてくる。すべてのサービスを使わせてもらっているけど、家族のことは考えていない。そういうケアはなっていない。本当に家族が悲鳴を挙げている。家族ケアをするべき。亡くなる前のかかわり、それが大事。それによって家族の人も楽。夜中に関しては、まったくない。経済的な対応、大切。(D氏, 60代)』『夜、ヘルパーをいれてとケアマネに言った。そういう体制はないんですって。夜働いている人は、世の中に、たくさんいるのに。(B氏, 50代)』というような、死別前の身体、精神面の家族支援の必要性について語られた。川越らは、主たる介護者を含めて2～3人の中核となる家族が、うまくチームを組んでケアに当たれるようになるのが理想であるが、主たる介護者のみの場合は、他からケアワーカーなどを組み込んでいかなければならぬことを指摘している²¹⁾。また、長期間の介護、働く世代が介護者の場合、ご家族以外の介護者を導入しようとすると費用が膨大となる問題もある。家族介護者の生活上の諸問題についての支援制度がほとんど設けられていない。日本における介護者支援について森山らは、ドイツやイギリスと比較していくつかの課題を挙げている²²⁾。1つめとして、法制度が対象とする「介護者」の範囲である。日本の場合は「家族介護支援事業」という名称通り、対象とする介護者は、原則として要介護者の家族・親族という人間関係により規定され、その介護時間や介護内容は問われない。しかし、ドイツやイギリスは両国ともに、日本とは逆に、介護者を要介護者との人間関係で規定するのではない。2つめとして、介護者への支援の内容の相違がある。その最も顕著なものは、現金給付である。3つ目として、介護者個人を尊重し心身の健康を守る方策の充実である。介護は全国民が避けて通れないものになる。高齢介護者のみならず、すべての介護者が、安心して介護ができることで自分自身の人生も価値あるものにできるための法制度の早期整備が望まれる。

V. 結論

1. 主介護者がフルタイムで働きながら在宅で看取ることは、我が国の在宅ケアの制度の整備段階では、困難な現状がある。

2. 家族介護者（遺族）自身へのケアを望むより、残された高齢の家族へのケアを希望していた。
3. 在宅看取りを行った家族の困ったことについては、<食欲不振への対応><家族の夜間帯の対応><一人での疲れ、つらさ><終末期の看護><不十分な退院支援への不信><寄り添わない主治医><パターナリズム>などが挙げられていた。
4. 家族介護者の希望に添えるケアが提供できるよう、経済的側面も含め多面的に推し量る必要があることが明らかになった。

VI 謝辞

快くインタビューにご協力いただきました遺族の皆様に深く感謝致します。本研究を実施するにあたり、ご協力いただいた北海道科学大学水野芳子先生、オリーブ訪問看護ステーション・二宮、青木伸也所長、訪問看護ステーションさんのうだい平出由紀所長、訪問看護ステーションE-まっち小浅恵美所長に厚くお礼申し上げます。

なお、本研究は平成27年公益財団法人勇美記念財団の助成を受け実施され、一部は、第17回日本在宅ケア学会学術集会（2013年、茨城県立県民文化センター）、The 3rd International Society of Caring and Peace Conference（2017年、久留米シティプラザ）にて発表した。

VII. 研究における利益相反

本研究における利益相反は存在しない。

VIII. 文献

- 1) 医療経済研究機構 出典：医療経済研究機構「要介護高齢者の終末期における医療に関する研究報告書 要介護高齢者の終末期における医療に関する研究報告書」（<https://www.mhlw.go.jp/stf/shingi/2r985200000105vx-att/2r98520000010l2r.pdf>）2019年11月27日アクセス。
- 2) Worderl JW : Grief counseling and grief therapy. 2nd. ed. Springer Publishing, New York, 1991 (ウォーデン(著)：鳴澤實(監訳)(1993)：グリーフカウンセリング、川島書店。
- 3) Parkes CM 桑原治雄・三野善央(訳)(2002)：改訂死別—遺された人たちを支えるために、メディカ出版、東京, pp1-53.
- 4) 坂口幸弘(2001)：配偶者との死別における二次的ストレッサーと心身の健康との関連、健康心理学研究14(2), 1-10.
- 5) 島内節・薬袋淳子・中谷久恵・他(2006)：在宅終末

- 期ケア標準化のためのプログラム開発と実用化、国際医療福祉大学平成18年度在宅地域ケア研究センター研究費による研究報告書, 5 - 6 , 2006.
- 6) 石田昌宏(2004)：グリーフケア. 訪問看護と介護9(12), pp957, 医学書院, 東京.
 - 7) Birtwistle J, Payne S, Smith P, et al : The role of the district nurse in bereavement support. J Adv Nurs 38 (5) : 467 - 478, 2002
 - 8) Goldstein NE, Concato J, Fried TR, et al. Factors associated with caregiver burden among caregivers of terminally ill patients with cancer. J Palliat Care 2004; 20: 38-43.
 - 9) Given B, Wyatt G, Given C, et al. Burden and depression among caregivers of patients with cancer at the end of life. Oncol Nurs Forum 2004; 31: 1105 - 17.
 - 10) Teno JM, Clarridge BR, Casey V, et al. Family perspectives on end - of - life care at the last place of care. JAMA 2004; 291: 88 - 93.
 - 11) Morita T, Chihara S, Kashiwagi T: A scale to measure satisfaction of bereaved family receiving inpatient palliative care. Palliat Med 2002; 16: 141 - 150.
 - 12) 佐野知美・草島悦子・白井由紀他(2014)：在宅終末期がん患者家族介護者の死別後の成長感と看取りに関する体験との関連,Palliative Care Research, 9 (3) , 140-150.
 - 13) 工藤朋子・古瀬みどり(2016)：訪問看護ステーションにおける遺族ケアに関する調査,Palliative Care Research, 11 (2), 128-136.
 - 14) 平賀睦(2008)：在宅ターミナルケアに関わる訪問看護師にとっての遺族訪問の実践とその意味、日本地域看護学会誌, 10, 26-32.
 - 15) 横田美智子・秋元典子(2008)：在宅で終末期がん患者を介護した家族の体験、日本がん看護学会誌, 22 (1), 98-107.
 - 16) 小澤美和・内野聖子・高岡哲子・他(2016)：訪問看護ステーション管理者が判断するビリーブメントケアの構造—修正版グランデット・セオリー・アプローチを用いた分析から—、松蔭大学看護学部紀要創刊号, 75-84.
 - 17) クラウス・クリッペンドルフ(訳)三上俊治他(2006)：メッセージ分析の技法「内容分析」招待、第1版、勁草書房、東京, pp21-39.
 - 18) 古内耕太郎・坂口幸弘(2011)：I章. グリーフケア一見送る人の悲しみをいやす一、毎日新聞社, 44-45.
 - 19) 木澤義之・山本亮・浜野淳(編)(2017)：いのちの終わりにどうかかわるか、Ⅷ章、吉田沙織、喪失と悲嘆, pp268-269.
 - 20) Frederika E. Witkamp, et al. : Dying in the Hospital: What Happens and What Matters, According to Bereaved Relatives. Journal of Pain and Symptom Management 49 (2) : 203-213, 2015.
 - 21) 川越厚・秋山正子・石渡郁子、他(1996)：第三章ケアチームとそれぞれの役割、在宅ホスピスケアを始める人のために(川越厚), pp.23, 医学書院, 東京.
 - 22) 森山恵美・關優美子・小澤美和他(2016)：日本・ドイツ・イギリスにおける家族介護者支援制度の比較検討、松蔭大学看護学部紀要創刊号, 105-114.

変形性腰椎症の幾何学的因子を用いた画像読影

小野木満照¹, 萩野英俊², 増田 豊³, 金森勇雄², 福田 武²

¹岐阜医療科学大学 保健科学部 放射線技術学科

²社会医療法人 蘇西厚生会 松波総合病院 中央放射線室

³公益社団法人 岐阜病院 診断支援科

Radiographic diagnostics using geometrical factor for lumbar spondylosis deformans

Michiteru ONOGI¹, Hidetoshi HAGINO², Yutaka MASUDA³, Isao KANAMORI², Takeshi FUKUDA²

¹Department of Radiological Technology, Gifu University of Medical Sciences

²Department of Central Radiation Room, Matsunami General Hospital

³Department of Radiology, Gifu Hospital

要 旨

【目的】

変形性腰椎症の単純X線検査で要点となる椎間板腔（裂隙）接線方向X線入射、基準画像計測、画像読影所見を相互関連性でその特徴を検証し、単純X線撮影の有効性を達識する目的とする。

【対象および方法】

対象は、腰椎X線撮影で描出された変形性腰椎症の20例。X線撮影法は立位撮影（P → A, R ⇌ L）と仰臥位撮影（A → P），基準画像計測法は Cobb 角計測・椎間腔計測・すべり症の程度分類。画像所見は椎間板腔狭小化・骨棘形成・骨硬化像とした。検証・読影は5名の診療放射線技師で行った。

【結果】

1. 椎間板腔（裂隙）接線方向X線入射像：腰椎弯曲の解剖学的特徴に準拠した立位正面像（P → A）、立位側面像（R ⇌ L）で明瞭に観察できた。
2. 基準画像計測：各計測法とも画像読影所見に適した撮影画像で容易に計測できた。
3. 画像所見：いずれの画像所見とも読影に適した撮影画像で容易に観察できた。

【結論】

単純X線撮影は、変形性腰椎症での画像検査法の根幹として不可欠な検査であると達識できた。

Key words :変形性腰椎症、単純X線画像計測、腰椎X線画像読影

Abstract

Objective:

This study aims to verify the characteristics of intervertebral disc space (fissures) tangential projection x-ray incidence, measurements of a referential image, and image reading findings, all of which are the focus of plain radiographic images for lumbar spondylosis, through comparing the interactions among them to achieve insight on the efficacy of plain radiographic imaging.

Participants and methods:

Participants were 20 patients in whom lumbar spondylosis was found on lumbar radiography. Standing radiographs

連絡先：

小野木満照 岐阜県関市市平賀字長峰795-1 TEL: 0575-22-9401

(P → A, R ⇄ L) and supine radiographs (A → P) were taken. The Cobb angle, intervertebral space, and classification of spondylolisthesis were used to measure the reference image. Relevant imaging findings included intervertebral disc space narrowing, spur formation and osteosclerosis. The tests were conducted by 5 radiological technologists.

Results:

1. Intervertebral disc space (fissure) tangential projection x-ray incidence:

Findings consistent with anatomical characteristics of lumbar curvature were observed on standing anterior (P → A) and lateral (R ⇄ L) images.

2. Reference image measurements: Easy measurements of images appropriate for reading were possible with all methods.

3. Imaging findings: All image findings allowed easy observation appropriate for reading.

Conclusion:

Plain radiography was confirmed to be an indispensable test as a fundamental imaging test for lumbar spondylosis.

Key words : lumbar spondylosis, plain radiography measurements, lumbar radiography reading

I. 序論

変形性腰椎症は、腰椎の退行性（加齢）変化による腰痛を主訴とする疾患の総称^{1) 2) 3)}で、腰部脊柱管狭窄症、変性すべり症、後弯変形症、側弯変形症などがある³⁾。

椎骨では、辺縁骨増殖による骨棘形成、髓核では弾性低下による扁平化、椎間関節では関節軟骨の摩耗と骨硬化、骨棘形成、さらに靭帯内にも骨化形成が出現する^{3) 4)}。

運動器（整形外科）領域・変形性腰椎症で用いられる画像検査には単純X線検査、X線CT、MRI、造影検査、骨シンチグラフィ、PET、超音波検査などがあるが、検査に伴う侵襲性を考慮したうえで選択される²⁾。その内単純X線検査は、X線透過性を利用した検査で、迅速で簡便性に優れることより骨・関節疾患の画像検査として最も基本とされ、まず最初に行なわれることが多い。腰椎単純X線撮影の基本は正面・側面像で、必要に応じて斜位撮影、機能撮影、立位での体重負荷撮影などが追加撮影される¹⁾。

画像読影は、最初に全体像の骨外形、輪郭の変化、次いで皮質骨と海綿骨の変化、骨陰影辺縁の鮮銳度・連続性・濃淡の有無、骨膜反応の有無。関節周囲では、関節裂隙の幅・骨囊胞・骨棘などの特有変化、腰椎相互の配列、骨外軟骨組織の腫脹・石灰化などの所見を見逃しなく観察す

る^{1) 2) 3) 4) 5)}。

基準画像計測（主要な計測線・計測値の定義・定量値・評価）は、主となる脊椎（腰椎）側弯計測（Cobb法）、腰部脊柱管狭窄（金井法）、腰椎すべり症（Meyerding分類）などを基にしての評価がなされる^{5) 6) 7) 8) 9) 10) 11) 12)}。

よって本研究の目的は変形性腰椎症の単純X線検査で、要点となる撮影法の椎間板腔の狭小化観察を目的とする腰椎椎間板腔へのX線入射法、画像読影の評価に用いて基準となる計測線・計測値の定義や基準値¹²⁾、画像読影で主となる画像所見の椎間板腔狭小化、骨棘形成、骨硬化像などの読影所見評価を相互関連性で検証し、単純X線撮影の有効性を達識する目的とする。

II. 対象および方法

1) 対象

男性の健常者・腰痛者の計20例を対象とした。

2) 方法

2-1) 腰椎単純X線撮影

撮影体位とX線入射方向は仰臥位正面像前後方向(A → P)、立位正面像後前方向(P → A)と立位側面像右左、左右方向(R ⇄ L)の3方法の撮影体位とした。(図1)

2-2) 画像計測

2-2-1) 脊椎（腰椎）側弯計測（Cobb法）

脊椎側弯計測（Cobb法）は、脊柱側弯の定量



図1 腰椎単純X線撮影法
撮影体位とX線入射方向

化を目的として、立位での全脊柱前後画像 ($A \rightarrow P$)、または後前画像 ($P \rightarrow A$) で計測するが、今回私達は、腰椎を中心的に計測した。傾斜最大の頭側椎体上縁と傾斜最大の尾側椎体下縁に接線を引き、各々の垂線がなす角度 (Cobb角) を計測した⁵⁾。(図2)

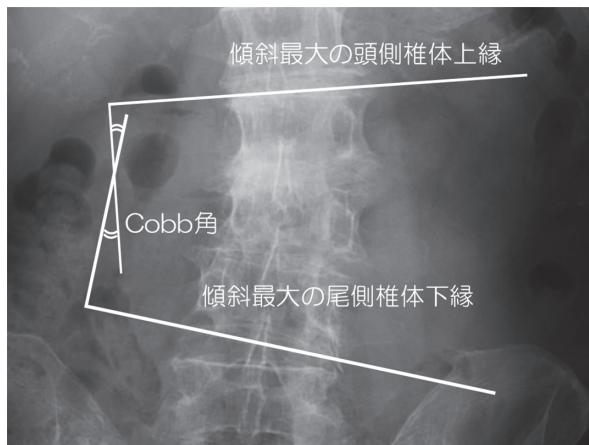
2-2-2) 腰椎前弯角計測法

腰椎前弯角計測は、腰椎配列の定量化を目的とし、立位での第1腰椎上縁と第5腰椎上縁または仙骨上縁に線を引き、各々の垂線がなす角度を計測した⁶⁾。(図3)

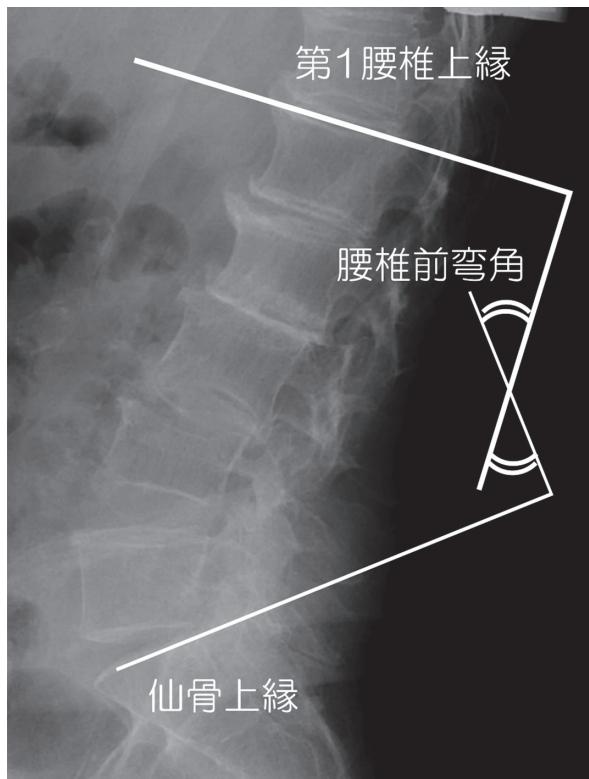
2-2-3) 腰椎椎体間距離計測（長谷川法）

腰椎椎体間距離計測（長谷川法）は、椎間板機能である屈曲性判断の指標として、椎間腔平均高を求める計測法とされる⁷⁾。

立位側面像 ($R \Leftrightarrow L$) で隣接する腰椎上下椎体において、上位椎体下縁および下位椎体上縁に接



腰椎単純X線画像 立位正面像 ($P \rightarrow A$)
各々の垂線のなす角度 (Cobb角) を計測する。
図2 脊椎側弯計測 Cobb法

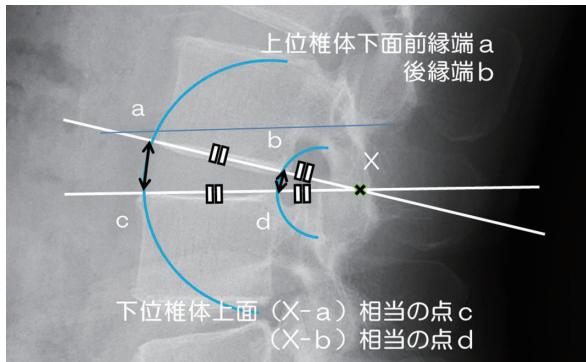


腰椎単純X線画像 立位側面像 ($R \Leftrightarrow L$)
各々の垂線のなす角度を計測する。
図3 腰椎前弯角計測

線を引き、交点をXとする。上位椎体下縁の前縁端をa、上位椎体上縁の後縁端をb、交点Xからa、交点Xからb、それぞれの距離に相等しい下位椎体上縁の接線上に投影した点を各々c、dとし、次式にて椎間腔平均高を求めて計測した⁷⁾。(図4)

$$\text{椎間腔前方高} = (a-c) / (a-b)$$

$$\text{椎間腔後方高} = (b-d) / (a-b)$$



腰椎単純X線画像 立位側面像 ($R \rightleftharpoons L$)
 椎間腔前方高 = (a-c) / (a-b)
 椎間腔後方高 = (b-d) / (a-b)
 椎間腔平均高 = (椎間腔前方高 + 椎間腔後方高) / 2
 椎間腔の平均の高さを計測する。

図4 腰椎椎体間距離（椎間腔平均高）計測（長谷川法）

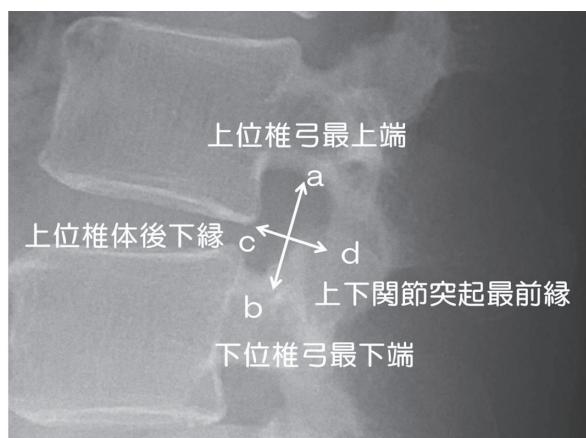
椎間腔平均高 = (椎間腔前方高 + 椎間腔後方高) / 2

2-2-4) 腰椎椎間孔計測（金井法）

腰椎椎間孔計測（金井法）は、椎間孔の広さを縦径・横径とで椎間関節孔の変化の定量化を目的として、立位側面像 ($R \rightleftharpoons L$) の椎間関節孔の縦径を上位椎弓の最上端から隣接下位椎弓の最下端までの距離とし、横径を上位椎体後方下端より上下関節突起の接する最前縁までの距離を計測した⁸⁾。（図5）

2-2-5) 椎体すべり程度分類計測（Meyerding分類法）

椎体すべり程度分類計測（Meyerding分類法）は、腰椎椎体すべり程度の定量化を目的として、立位側面像 ($R \rightleftharpoons L$) で隣接したすべり腰椎の下位椎



腰椎単純X線画像 立位側面像 ($R \rightleftharpoons L$)
 縦径 = (a-b間) 横径 = (c-d間)
 椎間孔の広さを縦径・横径とで計測する。

図5 腰椎椎間孔計測（金井法）

体上面を4等分し、その上位腰椎椎体後下縁とのずれた位置関係によりすべり程度を分類計測した⁹⁾。（図6）

2-3) 画像読影

5名の診療放射線技師（臨床経験30年以上）で行った。

腰椎変性症読影例の画像所見は、①椎間板腔の狭小化、②骨棘形成、③椎間関節の変性、④椎間関節孔の広さ、⑤関節肥厚、⑥椎体終板骨硬化、⑦すべり変形、⑧後弯・側弯変形の8項目で行った。

III. 結果

3) 結果

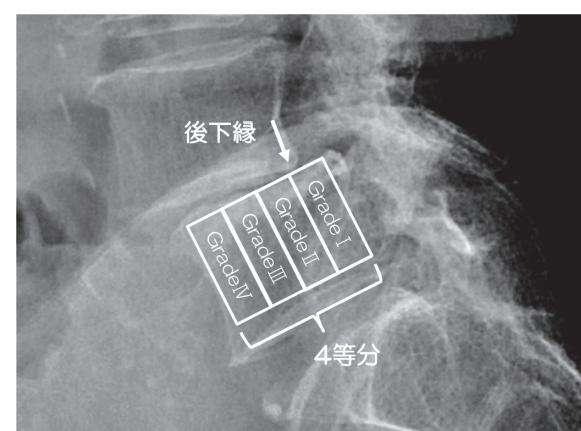
腰痛を主訴とする変形性腰椎症疾患の単純X線画像での画像計測と画像所見を考察した症例を提示する。

3-1) 単純X線画像計測

3-1-1) 症例1. 脊柱側弯計測（Cobb法）腰部脊柱管狭窄症（70歳代男性）

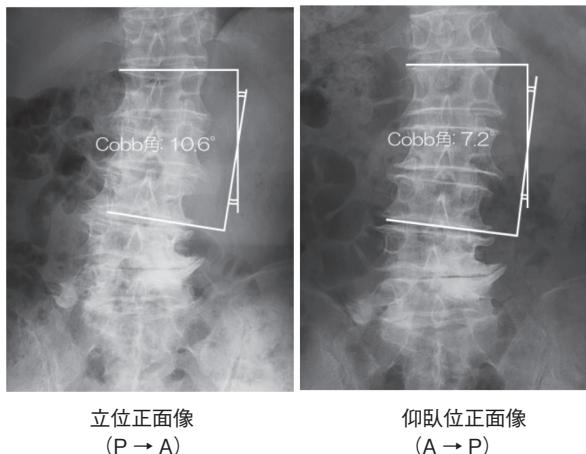
腰部脊柱管狭窄症でのCobb角計測は、弯曲の上下端で最も傾いた椎体の終板のなす角度で計測し、側弯症の重症度分類は Cobb角の程度で4段階に分類され、さらに Cobb角の角度25°未満を軽度、25～40°未満を中度、40°以上を重度としている。一般に傾斜角度が20°未満であれば経過観察とされる³⁾。定量的計測法として優れた手法であると示唆できた。（図7）

3-1-2) 症例2. 腰椎前弯角計測 腰部脊柱管狭窄症（70歳代男性）



腰椎単純X線画像 立位側面像 ($R \rightleftharpoons L$)
 すべり椎体下位腰椎を4等分しGrade分類で計測する。

図6 椎体すべり程度分類（Meyerding分類法）



立位正面で10.6°、仰臥位正面で7.2°と撮影体位により計測角度が異なる。

傾斜角度は20°未満で一般的には経過観察とされる。
図7 症例1 Cobb角計測
腰部脊柱管狭窄症（70歳代男性）

腰椎前弯角計測の正常値は $49.0 \pm 10.0^\circ$ とされ、高度なすべり症になると第5腰椎と仙椎間で後弯傾向となり、代償性に腰椎前弯は増強される⁶⁾。

脊柱管の狭窄状態の判定評価には、MRIが最も診断的価値があるとされる。その前検査として簡便性に優れる単純X線検査での計測法として意義は大きいと示唆できた。（図8）

3-1-3) 症例3. 腰椎椎間腔平均高計測（長谷川法）腰部脊柱管狭窄症（60歳代男性）

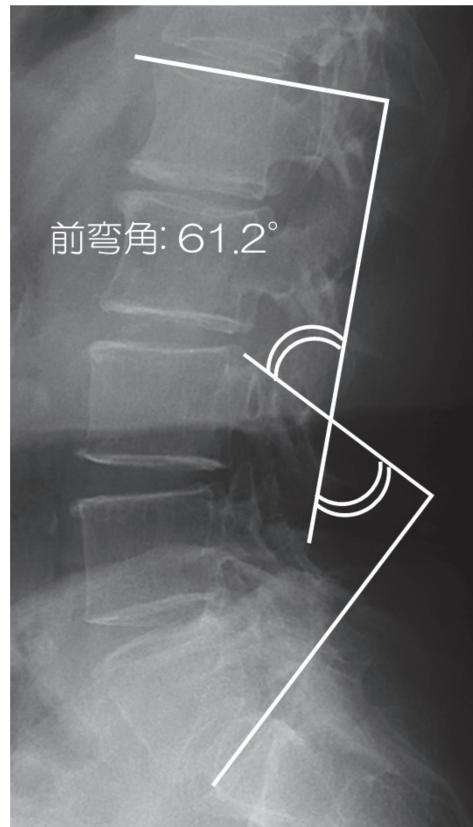
腰部脊柱管狭窄症での長谷川法は、椎間板機能の屈曲性判断の指標としての計測法とされる⁷⁾。腰椎各々の椎体間距離を対比計測することで椎間板変性の程度把握に有効であると示唆できた。（図9）

3-1-4) 症例4. 腰椎椎間孔計測（金井法）腰部脊柱管狭窄症（50歳代男性）

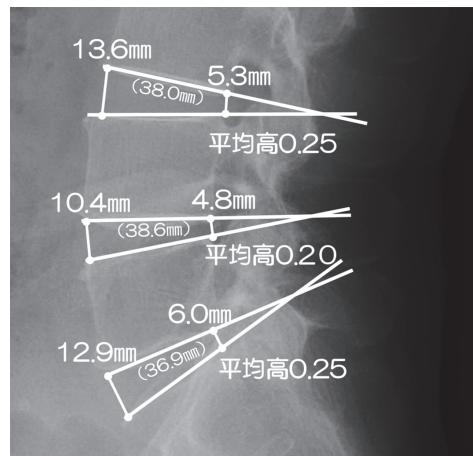
腰椎椎間孔計測での金井法は、椎間孔の広さを計測して、定量的に脊柱管狭窄の程度を評価する方法とされ、正常値は縦径20.7mm、横径11.8mm、変形性脊椎症の軽症群は、縦径20.7mm、横径11.7mm、中等症群は縦径19.4mm、横径10.7mm、重症群は縦径15.6mm、横径10.4mmと報告されている⁸⁾。

腰椎の各椎間孔と対比計測することで、椎間孔の形態異常の評価にも有用。変形性腰椎症の計測に役立つ計測法であると示唆できた。（図10）

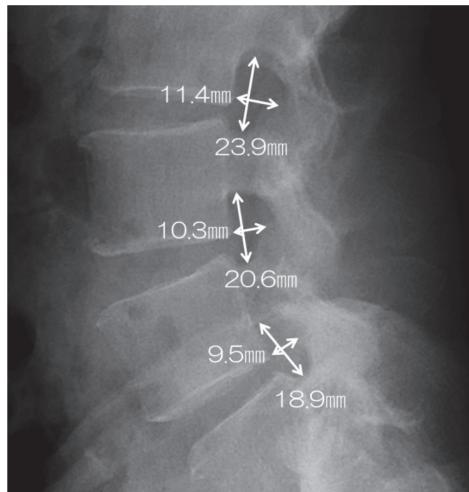
3-1-5) 症例5. 椎体すべり程度分類計測



立位側面像 (R ⇡ L)
腰椎単純X線画像
前弯角は61.2°と前弯が増強している。
図8 症例2 腰椎前弯角計測
腰部脊柱管狭窄症（70歳代男性）



立位側面像 (R ⇡ L)
腰椎単純X線画像
第3 / 4 腰椎間 : 0.25
第4 / 5 腰椎間 : 0.20
第5 / 仙骨間 : 0.25
椎体椎間腔平均高が第4 / 5腰椎間で相対的に低く、椎間板変性が示唆される。
図9 症例3 腰椎椎間腔平均高計測（長谷川法）
腰部脊柱管狭窄症
第4 / 5腰椎椎間板変性（60歳代男性）



立位側面像 (R ⇄ L)
腰椎単純 X 線画像

第 3 / 4 腰椎間：縦径23.9mm 横径11.4mm

第 4 / 5 腰椎間：縦径20.6mm 横径10.3mm

第 5 / 仙骨間：縦径18.9mm 横径9.5mm

椎間孔は、第 3 腰椎から下位椎体の順で広さの減少を認める。

第 5 腰椎・仙骨間に軽程度の変形性脊椎症を認め
る。

図10 症例 4 腰椎椎間孔計測（金井法）
腰部脊柱管狭窄症（50歳代男性）

(Meyerding 分類) 腰椎すべり症 (70歳代 男性)

椎体すべり程度分類計測での Meyerding 分類は、すべり程度を 4 段階に定量化している。Grade I から順に Grade IV とすべり程度が重症となる。すべり程度が軽度な Grade I, Grade II に比べて重度な Grade III, Grade IV は手術での合併症発生率が優位に上昇するとされる⁹⁾。

本症例は第 4 / 5 腰椎間の Grade I ~ II すべり症であり、経過観察とされている。

Meyerding 分類は、簡便に計測でき定量性にも優れる Grade 分類法であると示唆できた。(図11)

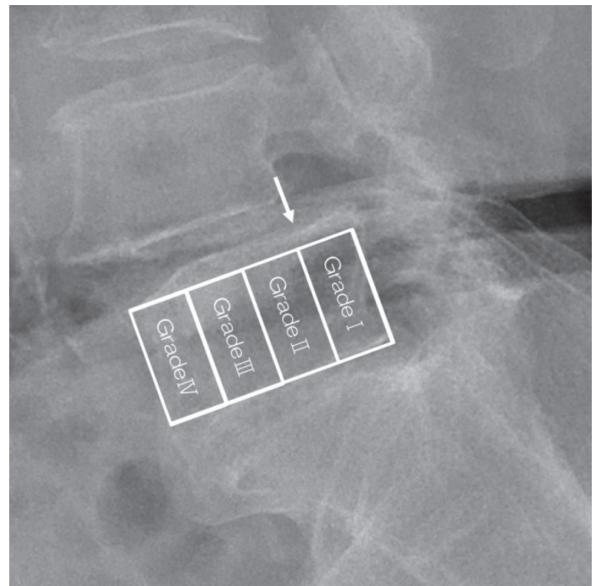
3-2) 画像所見

3-2-1) 症例 6. 椎間板腔の狭小化 変形性腰椎症 (70歳代 男性)

椎間板腔狭小化（椎間板変性）は、骨棘形成、骨硬化とななり、変形性腰椎症の単純 X 線画像での重要な画像読影所見の 1 つである。椎間板腔が狭くなると椎間周囲の靭帯が緩み支持性を損じて脊柱すべり、椎体骨棘形成と発展する⁴⁾。

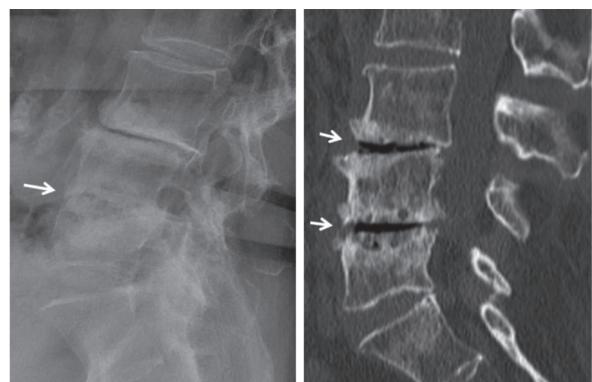
症例の単純 X 線画像（立位側面像）で顕著に描出された椎間板腔の狭小化 (→) を認める。(図12)

3-2-2) 症例 7. 骨棘形成 変形性腰椎症 (60 歳代 男性)



立位側面像 (R ⇄ L)
腰椎単純 X 線画像
第 4 腰椎に Grade I ~ II のすべりを認める。

図11 症例 5 Meyerding 分類
腰椎すべり症 (70歳代男性)



立位側面像 (R ⇄ L)
腰椎単純 X 線画像
単純 X 線画像：
第 4 / 5 椎間板腔に、計測
不可能となる顕著な狭小化を
認める。

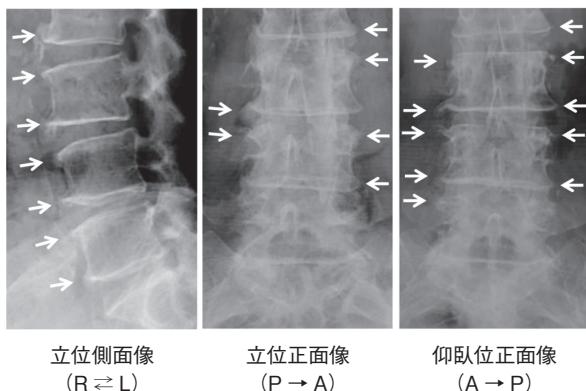
矢状断
単純 CT 画像
CT 画像：
ガス（窒素）像様がみられ
vacuum phenomenon（低吸収
域）を認める。

図12 症例 6 変形性腰椎症
椎間板腔の狭小化 (70歳代男性)

骨棘形成は、変形性腰椎症での単純 X 線画像で描出される特徴的画像所見の 1 つである⁴⁾。椎体骨棘形成は、過重負荷などによる骨膜剥離や骨膜への刺激などによる、血管新生を伴なう反応性の骨増殖であり¹⁾、骨硬化像、椎間板腔の狭小化像と併せて描出されることが多い。

症例の立位正・側面像、仰臥位正面像は、著明なる多数の骨棘を認めるが(→), 明瞭なる骨硬化、椎間板腔の狭小化は認めない。(図13)

3-2-3) 症例 8. カニはさみ骨棘・牽引骨棘と



立位側面像 (R ⇄ L) 立位正面像 (P → A) 仰臥位正面像 (A → P)

腰椎単純X線画像

いずれの画像にも顕著な骨棘を認める。

椎体前方の上下に 椎体側方の辺縁に顕著な骨棘を認める。
顕著な骨棘を認め 骨棘は撮影体位、X線入射角度、方向によ
る。 よって描出形態が大きく異なる。

図13 症例7 変形性腰椎症
骨棘形成 (60歳代男性)

骨硬化 変形性腰椎症 (上段) 60歳代 男性, (下段) 70歳代 男性

症例の椎体骨棘は、関節軟骨辺縁での反応性増殖性変化で、(上段) 椎体縁より離れて伸びる牽引骨棘と、(下段) 椎体縁より伸びるカニはさみ骨棘とがあり、いずれもX線高吸収の低濃度域(白色域)として明瞭に認める。

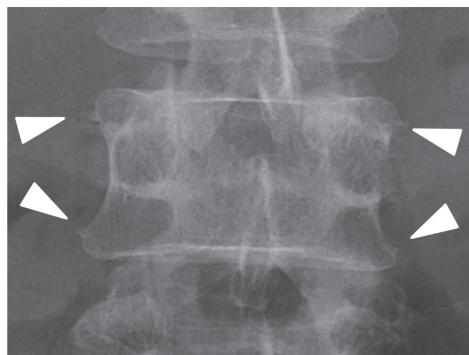
骨硬化は、関節軟骨減少に伴う刺激により、軟骨下骨が骨硬化し、しばしば骨囊胞を形成することもある。症例(下段)に椎間板を挟む椎体部に明瞭な高吸収域の骨硬化像を認める。(図14)

3-2-4) 症例9. 腰椎変性すべり症-1 変形性腰椎症 (80歳代 男性)

腰椎変性すべり症は、退行性変性による椎間板や椎間関節の不安定性により前方転位する疾患で、脊柱管狭窄症の代表的な原因疾患である¹⁴⁾。症例の腰椎単純X線画像で、腰椎すべり(→)、椎間板腔の狭小化(▷)、椎間関節部の骨硬化(⇒)を認める。単純CT画像は、より明瞭に画像所見を描出している。(図15)

3-2-5) 症例10. 腰椎変性すべり症-2 変形性腰椎症 (70歳代 男性)

腰椎変性すべり症は、椎間板変性と椎間関節変性の進行過程で腰椎がずれて滑り動く剪断力が作用し変性すべり症が発生する³⁾。症例はすべり程度がMeyerding分類Grade I (→)程度で、第5腰椎の椎体上縁終板に明瞭なる骨硬化(▷)を認める。(図16)



腰椎単純X線画像 仰臥位正面像 (A → P)

上段：牽引骨棘 (traction spurs)

骨棘は椎体上下の終縁や内側より発生して
いる。(▷)

下段：カニはさみ骨棘 (claw spurs)

カニ爪状を呈する骨棘は椎体上下縁の終縁
より発生している。(→)
骨硬化像 (⇒) も明瞭である。

図14 症例8 変形性腰椎症

骨棘の種類

(上段：60歳代男性、下段：70歳代男性)

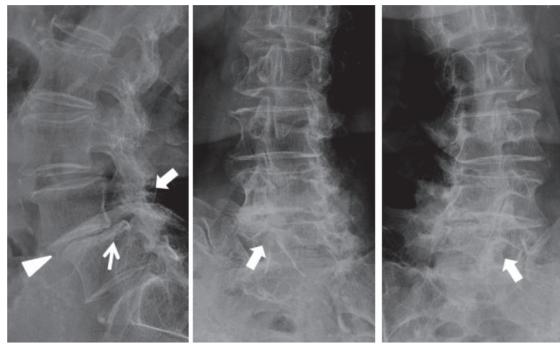
3-2-6) 症例11. 腰椎変性すべり症-3 変形性腰椎症 (80歳代 男性)

症例の腰椎単純X線立位正面画像 (P → A)・立位側面画像 (R ⇄ L) で Meyerding分類Grade I程度のすべり(→)を認める。立位正面画像 (P → A) ですべり症の確認は困難であり、腰椎すべり程度の確認には、側面像での観察が必須となる。(図17)

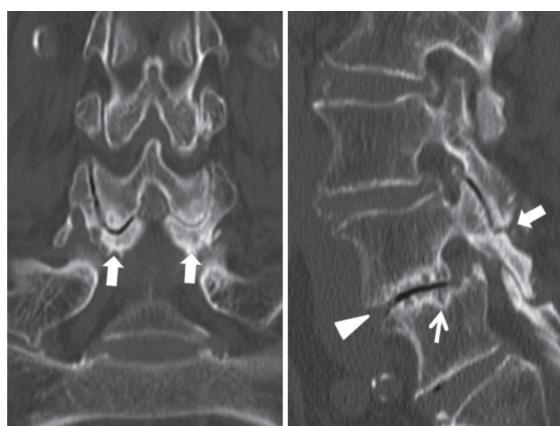
3-2-7) 症例12. 腰椎椎間孔変形 変形性腰椎症 (60歳代, 70歳代, 80歳代 男性)

腰椎椎間孔変形は、脊柱管狭窄症や腰椎変性すべり症に伴うことが多く、脊柱管や椎間孔が狭小し、脊髓、馬尾、神経根を圧迫する。加齢による変性が多く、第4/5腰椎に好発する⁴⁾。

単純X線検査は、腫瘍病変や炎症性疾患を除外する目的で行われる。症例は、単純X線検査での年齢別の例を示す。いずれの症例も加齢による退行性変化による椎間板腔の狭小化(椎間孔の



立位側面像
(R ⇄ L)
立位斜位像
(LAO)
立位斜位像
(RAO)

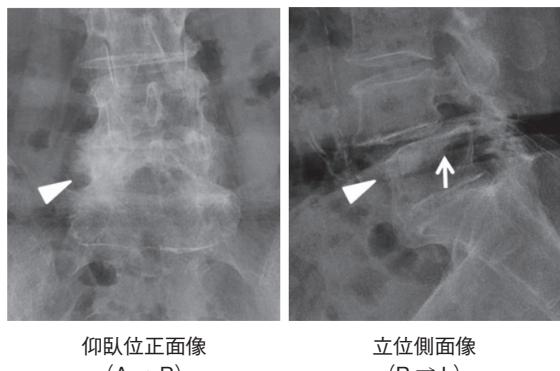


冠状断
矢状断

単純 CT 画像

第4 / 5腰椎間に、すべり(→)、椎間板腔狭小化(▷)、椎間関節骨硬化・変形・摩耗(⇒)を認める。

図15 症例9 変形性腰椎症
第4腰椎変性すべり症-1 (80歳代男性)



仰臥位正面像
(A → P)
立位側面像
(R ⇄ L)

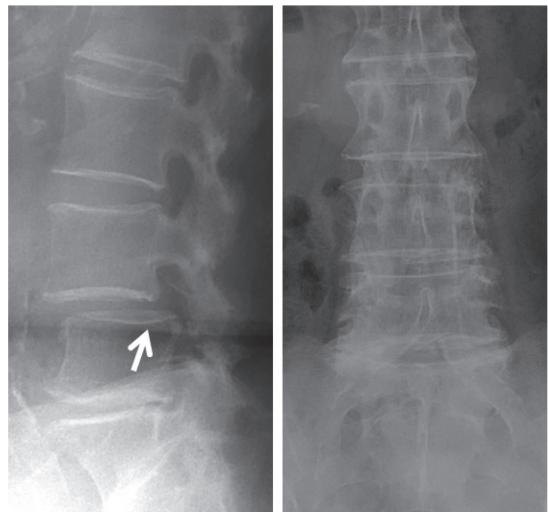
腰椎単純 X 線画像

第4 / 5腰椎間に Meyerding 分類 Grade I のすべり(→)を認め、椎間板腔面の椎体終板骨硬化(▷)を認める。

図16 症例10 変形性腰椎症
第4腰椎変性すべり症-2 (70歳代男性)

縮小), 变性すべりでの椎間孔の変形・縮小を明瞭に描出している。(図18)

3 - 2 - 8) 症例13. 脊柱(腰椎)側弯変形症 変形性腰椎症(80歳代 男性)



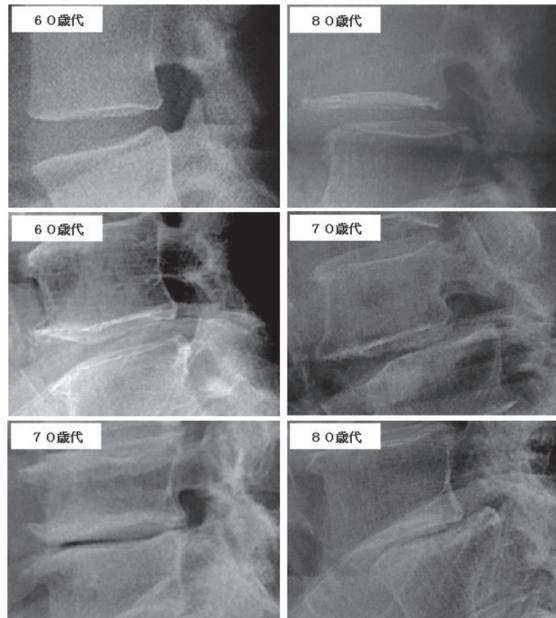
立位側面像
(R ⇄ L)
立位正面像
(P → A)

腰椎単純 X 線画像

立位側面像：第4 / 5腰椎間に Meyerding 分類 Grade I 程度のすべりを認める(→)。

立位正面像：腰椎すべり症の確認はできない。

図17 症例11 変形性腰椎症
腰椎変性すべり症-3 (80歳代男性)



腰椎単純 X 線画像 (椎間孔拡大図)

腰部脊柱管狭窄症

椎間板腔狭小化の進展に伴い、椎間孔は徐々に縮小している。

腰椎変性すべり症

すべり変性の進展に伴い、椎間孔の著しい変形・縮小を認める。

図18 症例12 変形性腰椎症

椎間孔の変形
(60歳代, 70歳代, 80歳代男性)

脊柱側弯変形症は、原因不明の特発性が70%と最も多く、先天性側弯症、症候性（神経・筋原性）側弯症があり、側弯の程度は単純X線画像で全脊柱の立位正面像のCobb法で計測する。

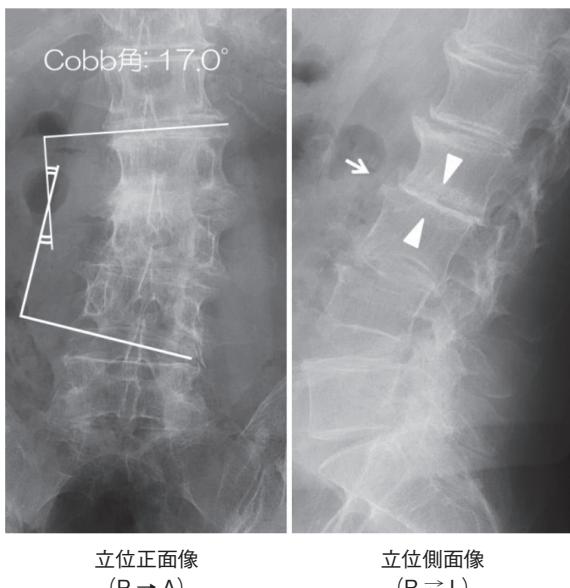
側弯症でCobb角25°未満は経過観察、25以上40°未満は装具療法適応、40°以上は手術適応とされる⁴⁾。症例は、Cobb角17°の側弯症で、椎間板腔の狭小化、椎体終板骨硬化を認める。（図19）

3-2-9) 症例14. 腰椎後弯変形症 変形性腰椎症（70歳代男性）

腰椎後弯変形症は、側弯変形症と同様に脊柱管狭窄症をきたすと神経組織圧迫による障害（しひれ、間欠性跛行、膀胱直腸障害）が現れる。症例は単純X線画像の立位正面画像（P→A）、立位側面画像（R↔L）で椎間板腔の狭小化（→）、弱い側弯Cobb角10.6°、立位側面画像（R↔L）で20.3°の後弯を認め、経過観察中である。（図20）

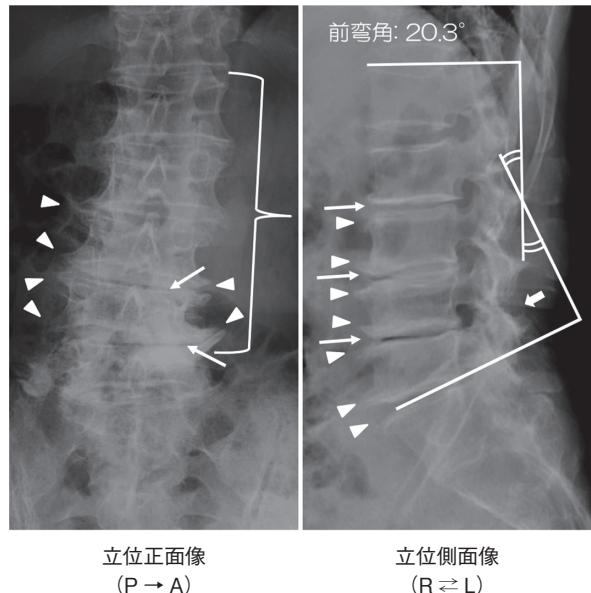
IV. 考察およびまとめ

変形性腰椎症の主訴は腰痛で、初診での最初の画像検査は単純X線検査が根幹をなす。X線検査は最少の被ばくで、最大の情報を得る心がけが重要である¹⁾。



立位正面像
(P → A)
立位側面像
(R ↔ L)
腰椎単純X線画像
立位正面像：Cobb角計測にて17°の側弯を認める。
立位側面像：第2/3腰椎間の椎間板腔狭小化（→）と椎体終板骨硬化（▷）を認める。

図19 症例13 変形性腰椎症
腰椎変形側弯症（80歳代男性）



立位正面・側面像：椎間板腔の狭小化（→）骨棘形成（▷），僅かな側弯（↑）Cobb角10.6°を認める。
立位側面像：腰椎前弯角20.3°の後弯，椎間関節不明瞭（⇨）を認める。

図20 症例14 変形性腰椎症
後弯変形症（70歳代男性）

腰椎撮影の原則は正面像、側面像の2方向撮影で、各撮影体位での画像解剖学的知識は必須である。仰臥位撮影は、安静状態での関節腔、筋、靭帯の観察に優れ、立位撮影は日常環境動作に類似した状況での脊椎や下肢関節の状態観察に適する。さらに関節撮影は、明瞭な関節裂隙を観察できることが必須であり、各関節の解剖学的特質性に対応した接線入射撮影法を用いることが原則である^{1) 2) 3) 4)}。今回私達の検討でも、たとえば骨棘において、撮影体位およびX線入射角度、入射方向によって描出される画像に相違を確認した。したがって、画像読影に際して、改善を必要とする撮影事項については直ちに修正を加える必要があるとしている。

画像読影には、各症例の性別、年齢、部位での正常像の知識は必須であり、加えて変形性疾患での、立位荷重画像の計測・分類¹⁰⁾の知識も不可欠である。

骨、関節、軟部組織などの観察には、全体像の観察把握に始まり、腰椎での椎骨相互の配列（アライメント）の注目、骨の外形・輪郭の変形、皮質骨と海綿骨の変化、骨陰影辺縁の鮮銳度、連続性、濃淡の観察、骨膜反応の有無、関節周囲では

関節裂隙の幅、骨囊胞、骨棘、骨外軟部組織の腫張・骨硬化(石灰化)にも注意する必要がある¹⁾²⁾³⁾⁴⁾。私達は検討を開始する際の準備として、解剖生理学の復習、撮影と読影の手順作成の論議より開始し、放射線被ばくの軽減と受診者の苦痛への配慮を第1条件にして、現在も検討を進めている。

変形性腰椎症の病態生理は、椎間板が発病誘因・原因となる加齢に生理的変化(一部に遺伝的素因)によりクッション機能が低下して、椎間腔が狭くなる椎間板腔の狭小化、椎体周囲の靭帯の緩み、さらに進行すると脊椎としての支持性が損なわれて、脊椎(腰椎)のすべり(脊椎不安定症、椎間関節の変性)により、線維輪付着部や椎体骨膜が刺激を受ける。これらの負荷は、各種靭帯の断裂や剥離が発生し、血管新生が発達して反応性骨増殖の椎体骨棘が生じる。この骨棘は椎体縁より起くるカニはさみ骨棘、椎体縁より離れて伸びる牽引骨棘があり、腰椎不安定性が示唆される¹⁾²⁾。

単純X線検査の特徴的画像所見は、椎間板腔狭小化、骨棘形成(カニはさみ骨棘と牽引骨棘)、椎体辺縁の椎体終板骨硬化の特徴所見と関節肥厚、すべり変形(脊椎狭窄症)、腰椎変形(側弯変形、後弯変形)が描出され、画像読影¹¹⁾の重要視点とされる¹⁾²⁾。今回私達の検討でも、すべての腰痛症を呈する変形性腰椎症の多くに特徴的画像所見(図21)が描出され、腰椎単純X線検査の有用性が再確認でき得たと考える。

V. 結論

「国民病」とも言われる慢性腰痛の原因となる変形性腰椎症の単純X線検査での撮影法、定量的画像評価、特徴的画像所見について検討した。

1. 撮影・画像所見の描出

いずれの撮影法とも、いずれかの特徴的画像所見を描出するに必須となる撮影法であると確認できた。

2. 定量的画像評価

いずれの定量的画像評価も、優れた評価法と言え、画像読影には必須となる画像基準になり得るものと確認できた。

3. 特徴的画像所見

いずれの特徴的画像所見も、容易に確認できたと思うが、症例を積み重ねて研鑽する必要がある

と痛感した。

今回の検討により単純X線撮影は、変形性腰椎症の画像検査法において不可欠な検査であることを達識できた。

ご指導を賜りました松波総合病院整形外科脊椎外科部長兼脊椎センター長日置暁先生、ならびに、ご協力を賜りました多くの関係者に感謝いたします。

本研究の一部は、第12回中部放射線医療技術学術大会(2019、浜松)にて発表した。

本研究における利益相反はありません。

松波総合病院 倫理委員会での承認済であります。

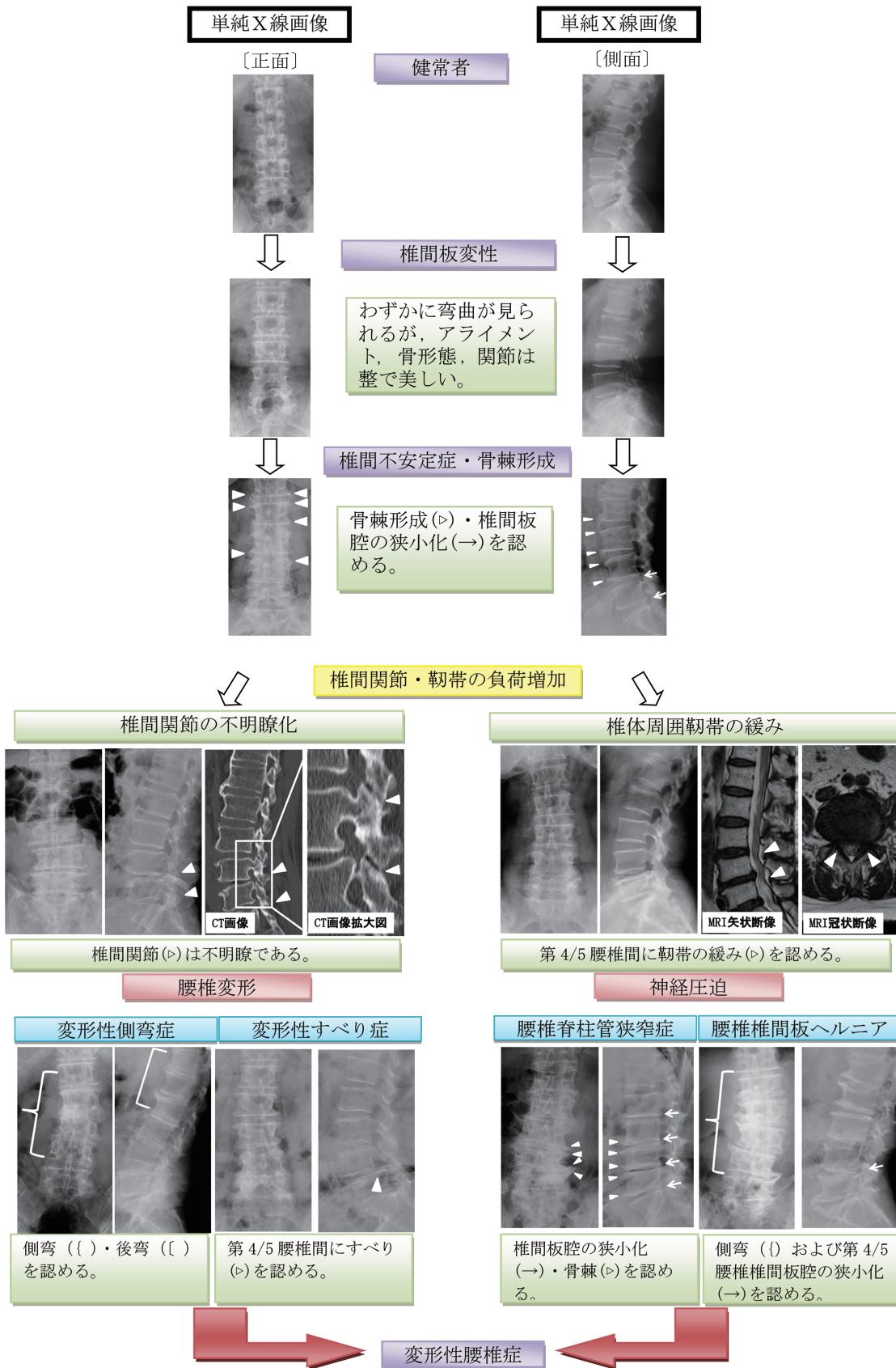


図21 変形性腰椎症の病態生理
—椎間板変性の伸展（単純X線画像とCT画像・MRI）—

VII. 文献

- 1) 中村利孝, 松野丈夫監修 (2019) 「標準整形外科学第13版」, 医学書院, 531-561.
- 2) 松村譲兒, 和気秀文, 福田寛二他 (2017) 「病気がみえる vol.11 運動器・整形外科 第1版」, メディックメディア, 409.
- 3) 落合慈之監修 (2018) 「整形外科疾患ビジュアルブック 第2版」, 学研メディカル秀潤社, 319-326.
- 4) 元文芳和 (2018) 「変形性腰椎症 全部見える整形外科疾患」, 成美堂出版, 278-291.
- 5) 恩田啓 (2012) 「運動器の計測線・計測値ハンドブック Cobb 角」, 南江堂, 8-9.
- 6) 矢吹省司 (2012) 「運動器の計測線・計測値ハンドブック 腰椎前弯角」, 南江堂, 130-131.
- 7) 長谷川春雄 (1957) 「成人腰仙椎部可動性の「レ」線学的研究 (第1報)」, 日本整形外学会誌, 31, 51-80.
- 8) 金井君美 (1961) 「変形性脊椎症の神経症状について」, 京都府立医科大学雑誌, 70, 2189.
- 9) 矢吹省司 (2012) 「運動器の計測線・計測値ハンドブック Meyerding 分類」, 南江堂, 128-129.
- 10) 安藤英次 (2010) 「図解 下肢撮影法」, オーム社.
- 11) 金森勇雄, 藤野明俊, 丹羽政美, 小野木満照 (2019) 「診療画像検査法 画像解剖学」, 医療科学社.
- 12) 紺野慎一編集 (2012) 「運動器の計測線・計測値ハンドブック」, 南江堂.
- 13) 北川知明 (2018) 「整形外科疾患ビジュアルブック」, 学研プラス, 338.
- 14) 大谷晃司 (2012) 「病期がみえる vol.11 運動器・整形外科」, メディックメディア, 264-265.

怒り反すう特性とトラウマティック・ストレスとの関連

八田武俊¹, 八田純子², 田村達³, 及川祐一⁴

¹⁾ 岐阜医療科学大学保健科学部臨床検査学科

²⁾ 愛知学院大学心身科学部心理学科

³⁾ 岩手県立大学社会福祉学部

⁴⁾ 福島県立医科大学放射線医学県民健康管理センター

The relationship between the traits of anger rumination and the post traumatic stress reactions

Taketoshi HATTA¹, Junko HATTA², Toru TAMURA³, and Yuichi OIKAWA⁴

¹⁾ Department of Medical Technology, Gifu University of Medical Science

²⁾ Department of Psychology, Faculty of Psychological and Physical Science, Aichi Gakuin University

³⁾ Faculty of Social Welfare, Iwate Prefectural University

⁴⁾ Radiation Medical Science Center for the Fukushima Health Management Survey, Fukushima Medical University

要　　旨

本研究では、過去の怒り体験を広義のトラウマ体験とし、怒り反すう特性がストレス反応である PTSD の予測因であることや、とくに怒り反すう特性の下位尺度である怒り熟考や怒り体験想起が強く関連することについて検討した。参加者は 4 年制大学の学生 255 名（女性 170 名、男性 85 名）で、日本語版怒り反すう尺度（ARS）と改定出来事インパクト尺度日本語版（IES-R）に回答した。本研究の結果は、怒り反すう特性と PTSD を測定する IES-R に関連があり、とくに、怒り体験想起による影響が最も大きく、怒り熟考も IES-R の侵入症状と過覚醒症状に影響を及ぼすことが示された。ただし、怒り反すうにおける報復思考が IES-R に及ぼす影響は示されなかった。以上のことから、怒り反すうにおける怒り熟考と体験想起は PTSD の予測因であることが示唆された。

Key words : 怒り反すう、怒り熟考、怒り体験想起、トラウマティック・ストレス反応

Abstract

In the present study, we presumed anger experience as broad trauma, and examined that anger rumination might be a predictor of posttraumatic stress reaction (PTSR). Furthermore, we predicted the “reflection” and “memories of past anger experience” which were subscale of anger rumination have an especially strong influence on PTSD. Two hundred and fifty-five participants of college students (170 females, 85 males) responded to a questionnaire involving both Japanese Version of Anger Rumination Scale and Impact of Event Scale-Revised. The results indicated that the memories of past anger experience in the subscale of ARS significantly predicted all subscales of IES-R and the anger reflection also was a significant predictor of Intrusion and Hyperarousal of IES-R. There was no influence of the thought of revenge of ARS subscale on all subscales of IES-R. These results suggest that the anger rumination trait is a predictor of PTSD.

Key words : anger rumination, anger reflection, memories of past anger experience, posttraumatic stress reaction

連絡先：

Email address: hatta@u-gifu-ms.ac.jp

I. 序論

怒りは多くの人が日常的に体験する強い感情であり¹⁾、縦断的、横断的研究によって、特性的な怒りやすさと冠動脈性疾患との関連が示されている^{2) 3)}。怒りと心疾患との関連を説明するメカニズムのうち、いくつかのモデルは怒りがストレスとなって、生理的な反応に影響すると仮定している^{4) 5)}。このことは、日常生活における怒りが、深刻な疾患をもたらすほどのストレスとなり得ることを意味する。怒りへの対処と心疾患との関連を検討した研究もあり、怒りを表出しやすい人や、怒りを静めようと努めるがその制御が困難な人ほど、心疾患のリスクも高いことが報告されている³⁾。このことから、怒り制御の困難さが心疾患のリスク要因となるストレスを促すと考えられる。

怒りとストレスの関連について、怒りはストレス反応の一部であると考えられている。Lazarus and Folkman⁶⁾は、ストレッサーに対する認知的評価によって怒りなどの情動反応が生じ、その反応に伴う認知行動的反応や自律神経系などの生理的反応を含めてストレス反応と定義している。ここで、ストレッサーとはストレス反応を引き起こす原因を指す。一方で、怒り自体がストレッサーとなる場合もある⁷⁾。ストレス反応として生じた怒りが適切に処理されなかった場合、抑圧された怒りがストレッサーとなり、有害であると評価されると、さらなるストレス反応を生じさせる。そして、それは情動的反応に限らないため、認知行動的、自律神経系といったさまざまなストレス反応にも及ぶ。

ストレス反応を生じさせる怒りの増幅や持続をもたらす心理的要因として反すうがある。反すうは短期的に怒りを増幅させ⁸⁾、攻撃行動を促す⁹⁾ことが示されている。怒り体験に関する非意図的で再帰的な思考は怒り反すうと定義され、その個人特性を測定する尺度も存在する¹⁰⁾。怒り反すう特性は、怒り体験に注意を向けやすく、そのことについて分析的に思考し続けることを表す怒り熟考、類似した怒り体験の想起しやすさを表す怒り体験想起、現実には起きていない報復や攻撃行動に関する思考や空想を表す報復思考からなり、怒りを反すうしやすい人は怒りを表出しやすいと同

時に抑圧しやすく、その制御が困難である^{10) 11)}。

怒り反すうは怒りを増幅させたり、抑圧したりすることから情動的側面におけるストレス反応を引き起こすが、その他のストレス反応にも影響する。中高年者を対象に怒り反すうとストレス反応との関連を検討した研究では、怒りを反すうしやすい人はそうでない人よりも息苦しさや動悸といった自律神経反応、体のだるさや肩こりといった疲労・身体的反応を示していた¹²⁾。このことは、怒り反すうが生理的、身体的なストレス反応を生じさせることを示唆している。

怒り反すうによるストレス反応は、トラウマティック・ストレス反応を生じさせやすいかも知れない。ここで、本研究で用いるトラウマとは PTSD (Post Traumatic Stress Disorder) の引き金となる死や外傷などの深刻な出来事を指す狭義のトラウマではなく、佐藤¹³⁾が定義した「経験当時と同じ恐怖や不快感を当該個人にもたらし続ける出来事。出来事の性質は、必ずしも生命を脅かす危険なものではなく、また、その出来事の最中や直後に強い恐怖感、無力感、戦慄を与えるものでもない」とする広義のトラウマを指す。狭義のトラウマによるストレス反応は外傷後ストレス反応 (Post Traumatic Stress Reactions: PTSR) と呼ばれるが、PTSR は死や外傷などの深刻な出来事でなくとも生じるとの指摘もある¹⁴⁾。これまでに、狭義と広義のトラウマによって PTSR に差はないことや¹⁵⁾、PTSR は狭義のトラウマのような深刻な出来事よりもそうでない出来事の方において多く見られることが示されている¹⁶⁾。そこで、本研究においても、PTSR は広義のトラウマによっても生じるものとする。

PTSR には PTSD の診断基準である症状が含まれ、最新の DSM- V (Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders Fifth Edition)¹⁷⁾ では PTSD の症状として怒りに関連する項目が複数の基準において見られる¹⁷⁾。具体的には認知と気分の陰性の変化という基準における「持続的な陰性の感情状態」や、覚醒度と反応性の著しい変化という基準における「人や物に対する言語的または身体的な攻撃性で通常示されるいらだたしさと激しい怒り」であり、トラウマを体験した人のなかには、その後に怒りなどのネガティブ情動が表出されや

すくなるとの指摘がある。Chemtob, Novaco, Hamada, Gross, and Smith は、PTSD 患者の不適切な怒り表出をサバイバル・モード理論によって説明し、PTSD による怒りを外傷後怒り体験 (Posttraumatic anger) と定義している¹⁸⁾。この理論によれば、PTSD 患者は脅威を知覚しやすいため、脅威に関するスキーマと結びつきの強い怒りが生じやすく、攻撃行動にも発展しやすい。犯罪被害者に関するデータを用いた縦断的研究では、PTSD 症状が状態的な怒りを予測するのに対して、逆は成り立たないことが示されている¹⁹⁾。これらのこととは、PTSR の一部に強い怒りが含まれ、それが攻撃的行動に結びつく可能性を示唆している。

PTSR に強い怒り反応が含まれる理由として反すうによる影響が挙げられる。非意図的で再帰的な思考である反すうは、心的外傷的出来事の反復的、不随意的、および侵入的で苦痛な記憶の想起を含む侵入症状を一部とする PTSD と認知的制御の困難さという点で共通する。これまで、PTSR の得点が高いトラウマ群はそれが低い非トラウマ群よりも、ネガティブな反すう尺度の下位尺度であるコントロール不可能性得点が高い、つまり思考の制御が困難であり²⁰⁾、反すう特性は侵入症状²¹⁾ や、PTSD 症状の深刻さの予測因²²⁾ であることが示されている。それゆえ、怒り反すう特性は PTSD を促すと予想できる（仮説 1）。

怒り反すう特性のうち、怒り熟考は怒り体験の原因や結果に関する反復思考を指し、認知的制御の困難さという点で PTSD の侵入症状と共通する。しかし、PTSR における侵入症状は解離性のフラッシュバックや悪夢に限定され、反復的な思考である反すうとは区別されている。一方、怒り反すう特性における怒り体験想起は、認知的制御の困難さだけでなく、思考を含まないという点で、怒り熟考よりも PTSD の侵入症状と類似している。それゆえ、怒り反すう特性のうち、とくに怒り体験想起は PTSD やその下位概念である侵入思考との関連が強いだろう（仮説 2）。

II. 方法

参加者

本研究における参加者は 4 年制大学の学生 255

名で、そのうち女性が 170 名、男性が 85 名であった。平均年齢は 19.7 ($SD = 1.5$) 歳であった。参加者は、講義後に配布された無記名式の質問紙について回答した者で、参加意志のない者は白紙で返却した。なお、本研究は岐阜医療科学大学の倫理委員会から承認を得て行われた（承認番号 29-10）。

質問項目

本研究において用いた質問項目は、日本語版怒り反すう尺度¹¹⁾（以後、ARS とする）と改定出来事インパクト尺度日本語版²³⁾（以後、IES-R とする）であった。個人の怒り反すう特性を測定するために用いた ARS は全 17 項目で、怒り熟考（7 項目）、怒り体験想起（6 項目）、報復思考（4 項目）の 3 つの下位尺度からなる。参加者は各項目について“ほとんどない（1）”～“ほとんどいつも（4）”の 4 件法で回答した。

PTSR について測定するための IES-R は全 22 項目で、侵入症状（8 項目）、回避症状（8 項目）、過覚醒症状（6 項目）の 3 つの下位尺度で構成されている。参加者は過去の怒り体験について、最近 1 週間のうち各項目の内容に程度悩まされたかを“全くなし（0）”～“非常に（4）”の 5 件法で回答した。

III. 結果

怒り反すう特性と PTSD との関連について検討するため ARS と IES-R の合計得点、および下位尺度得点を要因とする相関分析を行った。表 1 に示したように、全ての変数間で有意な相関関係が示された。

より詳細な検討を行うため、ARS の総得点、および下位尺度の各得点について中央値を算出し、中央値未満を低群、それ以上を高群とした。IES-R に関する各得点について、ARS の総合得点に関する二条件間で比較したところ、全ての得点について ARS 高群は低群よりも有意に高かった（表 2）。

つぎに、IES-R の各得点を従属変数、ARS の下位尺度である、怒り熟考要因、怒り体験想起要因、報復思考要因を独立変数とする分散分析を行った。その結果、怒り熟考と怒り体験想起要因の主効果が有意で、怒り熟考や怒り体験想起の得点が高い群は低い群に比べて IES-R に関する全ての得

表1 日本語版ARSとIES-R得点に関する相関分析

	ARS	怒り熟考	体験想起	報復思考	IES-R	侵入症状	回避症状
ARS							
怒り熟考	.92 **						
体験想起	.92 **	.74 **					
報復思考	.82 **	.61 **	.71 **				
IES-R	.67 **	.58 **	.67 **	.54 **			
侵入症状	.72 **	.63 **	.71 **	.57 **	.91 **		
回避症状	.46 **	.39 **	.46 **	.39 **	.87 **	.65 **	
過覚醒症状	.64 **	.57 **	.64 **	.51 **	.90 **	.82 **	.63 **

* $p < .05$, ** $p < .01$

表2 怒り反すうに関する各群におけるIES-R得点および下位尺度得点の平均値と標準偏差

	IES-R	侵入症状	回避症状	過覚醒症状
ARS				
低群(n = 125)	9.89(9.87)	2.66(3.17)	4.85(5.77)	2.38(3.08)
高群(n = 130)	28.79(16.71)	9.65(6.50)	11.06(6.98)	8.08(5.61)
<i>t</i> 値	<i>t</i> (188.5) = 10.96**	<i>t</i> (247.4) = 7.76**	<i>t</i> (210.78) = 11.05**	<i>t</i> (201.83.5) = 10.12**
怒り熟考				
低群(n = 122)	10.89(10.50)	3.07(3.41)	5.27(6.02)	2.54(3.16)
高群(n = 133)	27.45(17.43)	9.11(6.79)	10.53(7.15)	7.8(5.74)
<i>F</i> 値	<i>F</i> (1,247) = 23.93**	<i>F</i> (1,247) = 20.83**	<i>F</i> (1,247) = 10.33**	<i>F</i> (1,247) = 26.07**
怒り体験想起				
低群(n = 126)	10.71(10.62)	2.89(3.50)	5.16(5.76)	2.67(3.48)
高群(n = 129)	28.13(17.10)	9.48(6.56)	10.81(7.24)	7.84(5.65)
<i>F</i> 値	<i>F</i> (1,247) = 26.72**	<i>F</i> (1,247) = 28.90**	<i>F</i> (1,247) = 13.34**	<i>F</i> (1,247) = 19.41**
報復思考				
低群(n = 113)	12.56(12.3)	3.5(4.07)	5.8(6.25)	3.26(3.96)
高群(n = 142)	25.07(17.68)	8.39(6.77)	9.78(7.30)	6.9(5.79)
<i>F</i> 値	<i>F</i> (1,247) = 1.87	<i>F</i> (1,247) = 2.53	<i>F</i> (1,247) = .87	<i>F</i> (1,247) = 1.07

* $p < .05$, ** $p < .01$

点が高かった(表2)。また、図1に示したように、IES-Rの回避症状以外において、怒り熟考要因と怒り体験想起要因の交互作用が有意であった($F(1, 247) = 12.78; 6.15; 6.40, ps < .05$)。IES-Rの合計得点、および下位尺度の侵入症状と過覚醒症状の得点について下位検定を行った結果、怒り体験想起の得点が高い群において、怒り熟考得点が高い群は低い群よりもこれらの得点が有意に高く、怒り熟考得点が高い群において、怒り体験想起の得点が高い群は低い群よりも有意に高かった(all $ps < .01$)。

怒り熟考要因と怒り体験想起要因の効果について調べるため、IES-Rの合計点とその下位尺度得点を基準変数に、ARSの下位尺度得点を説明変数とする重回帰分析を行った結果、全ての基準変数について怒り体験想起得点の偏回帰係数が最も

大きく ($\beta = .32 \sim .48$, all $ps < .01$)、怒り熟考得点は回避症状を除く基準変数について偏回帰係数が有意であった ($\beta = .18 \sim .20$, all $ps < .05$)。報復思考得点による有意な偏回帰係数はなかった。

IV. 考察

本研究では、過去の怒り体験を広義のトラウマ体験とし、怒り反すう特性がストレス反応であるPTSRの予測因であることや、とくに怒り反すう特性の下位尺度である怒り熟考や怒り体験想起が強く関連することについて検討した。本研究の結果は、怒り反すう特性とPTSRを測定するIES-Rに関連があり、とくに、その関連は怒り反すう特性における怒り熟考と怒り体験想起による影響であることが示された。分散分析の結果、怒り熟考要因の主効果が有意であり、怒りの原因や結果に

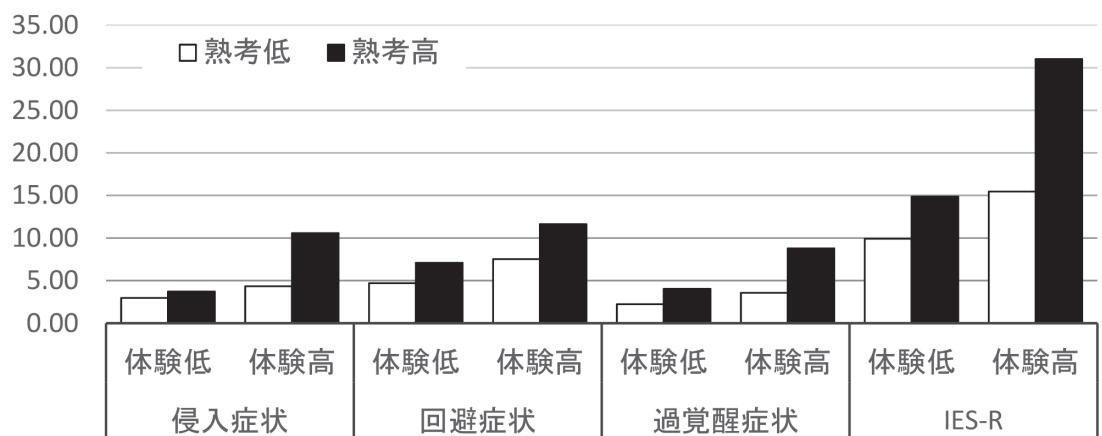


図1 怒り熟考と怒り体験想起の交互作用効果

ついて考え続ける人はそうでない人よりも IES-R やその下位尺度に関する得点が高かった。その原因として、IES-R の一部である侵入症状は、思考という側面を除いても自らを脅かす体験に関する認知や感情に、自らの意思とは無関係に繰り返し注意を向けるという点で怒り熟考と共通しており、その状態は生理的な興奮や怒りを喚起させることから過覚醒症状を促すと考えられる。それゆえ、怒り反すう特性における怒り熟考は PTSR を促す先行要因といえるだろう。

つぎに、怒り体験想起要因の主効果が有意であり、過去の怒り体験を思い出しやすい人はそうでない人よりも IES-R に関する得点が高かった。IES-R の侵入症状は PTSD の再体験を反映した概念であり、思考を含まない過去の怒り体験の想起しやすさは、侵入症状と類似した概念である。それゆえ、過去の怒り体験の想起しやすさは、PTSR における侵入症状を促し、自らを脅かす記憶を想起することによって怒り熟考と同様に強い過覚醒症状を促すと思われる。

さらに、回避症状を除く IES-R と下位尺度得点について怒り熟考と怒り体験想起の交互作用が有意であった。怒りを想起しやすく、さらに熟考しやすい人は IES-R における侵入症状や過覚醒症状の得点が高かった。このことは、怒り反すう特性における怒り熟考と怒り体験想起がともに高いことで、より顕著に PTSR を予測することができることを示唆している。

怒りを反すうしやすい人ほど怒りを抑圧しよう

とする^{10) 11)}ことから、怒り反すうは思考や感情を抑制し、出来事に関する対象を遠ざけるといった回避症状とも関連があると考えられる。しかし、平均値のパターンは他の症状と類似しているものの、回避症状において怒り熟考と怒り体験想起の交互作用効果は有意でなかった。その理由として、本研究で用いた IES-R は1997年に作成された尺度の日本語版で、当時の PTSD は DSM-IV (Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders Fourth Edition Text Revision)²⁴⁾に基づいて定義されていたことが挙げられる。こうした背景で作成された IES-R の回避症状には、出来事に関連した思考や活動を回避しようすることに加えて、全般的な反応性の麻痺が含まれており、本研究における回避症状にも、「そのことは、実際には起きなかつたとか、現実のことではなかつたような気がする。」「そのことについての感情は、マヒしたようである」の2項目が含まれていた。こうした反応と怒り反すうとの関連は弱いため、回避症状における怒り反すうの効果は他の症状に比べて弱かつたと考えられる。実際、有意ではあったものの、怒り熟考と怒り体験想起の主効果を検定する際の F 値は他の症状に比べて小さかった。以上のことから、本研究の結果は仮説 1 を概ね支持するものであった。

本研究では、怒り反すう特性における下位尺度のうち、怒り体験想起は最も PTSR と関連が強いことを検討するために、重回帰分析を行った。その結果、怒り体験想起は IES-R の得点や全ての下

位尺度に対する回帰係数が有意で、怒り熟考や報復思考よりも大きく、怒り熟考は回避症状以外を予測することが示され、仮説2は支持されたといえる。このことは、怒り反すうのうち怒り体験想起がPTSRの予測因として最も適切であることを示唆している。IES-Rは反すうのような思考を含まないPTSDのスクリーニングを目的として開発された尺度であることから、出来事に関する思考が強く反映される怒り熟考よりも単に出来事を思い出す怒り体験想起の方がフラッシュバックのようなPTSD症状の再体験を強く予測できると考えられる。

最新のPTSDに関する診断基準の中に、攻撃行動にもつながる激しい怒りに関する項目が含まれており、PTSDによって怒りが表出されやすくなるとの指摘もあることから、怒り反すうにおいて攻撃行動を想像させる報復思考との関連を想定した。しかし、怒り反すう特性の下位尺度である報復思考とIES-Rとの関連は示されなかった。その理由として、そもそもDSM-IVの診断基準に激しい怒りや攻撃行動が含まれておらず、それに基づいて作成されたIES-Rにも怒りや攻撃行動に直接言及した項目は、「イライラして、怒りっぽくなっている」の1項目のみであったことが挙げられる。それゆえ、強い怒りに基づいた加害者への直接的な攻撃行動を反映した報復思考とIES-Rとの関連は示されなかつたと思われる。

本研究の結果は、怒り体験を広義のトラウマとして捉えた際、怒り反すうがトラウマティック・ストレス反応を生じさせることを示しており、怒り体験が怒り反すうによって深刻な症状をもたらす可能性を示唆している。怒り反すう特性やその下位尺度である怒り熟考や怒り体験想起は自律神経症状や疲労・身体反応といったストレス症状の予測因であることが示されており¹²⁾、怒り反すうは心身の健康にとって有害な要因であるといえる。今後の課題は怒り反すうからの脱却やその防止について検討することである。

引用文献

- 1) 大渕憲一・小倉左知男：怒りの経験（1）：Averillの質問紙による成人と大学生の調査概況. 犯罪心理学研究, 22, 15-35, 1984.

- 2) Williams JE, Paton CC, Siegler IC, Eigenbrodt ML, Nieto FJ, Tyroler HA : Anger proneness predicts coronary heart disease risk: prospective analysis from the atherosclerosis risk in communities (ARIC) study. Circulation, 101 (17), 2034-2039, 2000.
- 3) Siegman AW, Townsend ST, Blumenthal RS, Sorkin JD, Civelek AC : Dimensions of anger and CHD in men and women: self-ratings versus spouse ratings. Journal of Behavioral Medicine, 21 (4), 315-336, 1998.
- 4) Williams RB, Barefoot JC, Shekelle RB : The health consequences of hostility. In Chesney MA & Rosenman RH. Anger and hostility in cardiovascular and behavioral disorders. Washington, DC: Hemisphere. pp.173-185, 1985.
- 5) Smith TW, Pope MK : Cynical hostility as a health risk: Current status and future directions. Journal of Social Behavior & Personality, 5 (1), 77-88, 1990.
- 6) Lazarus RS, Folkman S : Stress, Appraisal, and Coping. New York, NY : Springer. 1984. (本明寛・春木豊・織田正美 監訳 ストレスの心理学－認知的評価と対処の研究. 実務教育出版. 1991.)
- 7) 渡辺俊太郎：怒りの健康への影響. 湯川進太郎（編）怒りの心理学—怒りとうまくつきあうための理論と方法—75-94. 有斐閣. 2008.
- 8) Rusting CL, Nolen-Hoeksema S : Regulating responses to anger: Effects of rumination and distraction on angry mood. Journal of Personality and Social Psychology, 74 (3), 790-803, 1998.
- 9) Denson TF, Pedersen W, Friese M, Hahm A : Understanding Impulsive Aggression: Angry Rumination and Reduced Self-Control Capacity Are Mechanisms Underlying the Provocation-Aggression Relationship. Personality and Social Psychology Bulletin, 37 (6), 850-862, 2011.
- 10) Sukhodolsky DG, Golub A, Cromwell EN : Development and validation of the anger rumination scale. Personality and Individual Differences, 51 (5), 689-700, 2011.
- 11) 八田武俊・大渕憲一・八田純子：日本語版怒り反すう尺度作成の試み. 応用心理学研究, 38 (3), 231-238, 2013.
- 12) 八田武俊・八田純子：中高年者における怒り反すう特性とストレス反応との関連性. 岐阜医療科学大学紀要, 10, 1-6, 2016.
- 13) 佐藤健二：トラウマティック・ストレスと自己開示. ストレス科学, 19 (4), 189-198, 2005.
- 14) 前田正治・大江美佐里：DSMにおけるPTSD概念-最近の批判論を考える. トラウマティック・ストレス, 7 (2), 40-51, 2009.
- 15) 瀧井美緒・上田純平・富永良喜：トラウマ体験の違いによる外傷後ストレス反応、身体症状、抑うつ症状、不安感受性の差異に関する検討. 不安障害研究, 4 (1), 10-19, 2013.
- 16) Mol SS, Arntz A, Metsemakers JFM, Dinant G, Montfort PAPV, Knotterus JA : Symptoms of post-traumatic stress disorder after Symptoms of post-traumatic stress disorder after non-traumatic events: evidence from an open non-traumatic events: evidence from an open population study.

- British Journal of Psychiatry, 186, 494-499, 2005.
- 17) American Psychiatric Association : Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders Fifth Edition. American Psychiatric Association, Washington, 2013. (高橋三郎・大野裕監訳：DSM – V 精神疾患の診断・統計マニュアル. 医学書院. 東京. 2014) .
- 18) Chemtob CM, Novaco RW, Hamada RS, Gross DM, Smith G : Anger regulation deficits in combat - related posttraumatic stress disorder. Journal of Traumatic Stress, 10 (1), 1997.
- 19) Orth U, Cahill SP, Foa EB, Maercker : Anger and posttraumatic stress disorder symptoms in crime victims: A longitudinal analysis. Journal of Consulting and Clinical Psychology, 76 (2), 208-218, 2008.
- 20) 吉田真由子・長谷川千詠・松田郁緒・久楽貴恵・佐藤健二：トラウマ体験の有無とその構造化開示が心身機能に及ぼす影響. 徳島大学総合科学部人間科学研究, 21, 61-80, 2013.
- 21) 松田郁緒・湯浅明李・矢代里緒・塩田翔一・小口美佳・佐藤健二：トラウマに関する反すうと侵入思考の関連および出来事からの距離化を促進するよう構造化された筆記の効果の検討. 徳島大学総合科学部人間科学研究, 23, 19-38, 2015.
- 22) Ehring T, Frank S, Ehlers A : The Role of Rumination and Reduced Concreteness in the Maintenance of Posttraumatic Stress Disorder and Depression Following Trauma. Cognitive Therapy and Research, 32 (4), 488-506, 2008.
- 23) Asukai N, Kato H, Kawamura N, Kim Y, Yamamoto K, Kishimoto J, Miyake Y, Nishizono-Maher A : Reliability and validity of the Japanese-language version of the Impact of Event Scale-Revised (IES-R-J) : Four studies on different traumatic events. The Journal of Nervous and Mental Disease, 190 (3), 175-182, 2002.
- 24) American Psychiatric Association : Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders Fourth Edition Text Revision. American Psychiatric Association, Washington, D. C., 2000. (高橋三郎・大野裕・染矢俊幸訳：DSM-IV-TR 精神疾患の診断・統計マニュアル. 医学書院. 東京. 2002) .

本研究は平成27-31年度科学研究費補助金（基盤研究C）の助成を得て実施された研究成果の一部である。

走行サーベイによる岐阜県内の線量率測定 —可児市—

山内浩司, 荒川一輝, 柳田勁志, 船本泰志, 松嶋美和

岐阜医療科学大学保健科学部放射線技術学科

Dose Rate Measurement in Gifu Prefecture by Car-Borne Survey — Kani City —

Koji YAMAUCHI, Kazuki ARAKAWA, Tsuyoshi YANAGIDA, Yasushi FUNAMOTO and Miwa MATSUSHIMA

Department of Radiological Technology, Gifu University of Medical Sciences

要旨

【目的】

放射線測定器（NaI（Tl）ガンマ線スペクトロメータ）を搭載した乗用車で可児市内の生活道路を合計274.9 kmを走行し線量率を測定した。走行サーベイでは30秒間の連続測定を1点とし、また、車体の遮へいの補正のため15分間の定点測定を8か所で行い、合計の測定点は1,582か所となった。住宅地を中心に可児市の全域を測定し、可児市の生活環境における空気カーマ率の平均値として、 $62.3 \pm 5.0 \text{ nGy} \cdot \text{h}^{-1}$ を得た。また可児市の線量率分布図を作成した。

Key words : 走行サーベイ, NaI (Tl) ガンマ線スペクトロメータ, パルス波高分布図, 空気カーマ率, 岐阜県

Abstract

Objective:

A car-borne survey with 3-in × 3-in NaI (Tl) scintillation spectrometer was carried out in Kani City, Japan to estimate external dose rate. We obtained 1,574 data from 274.9 km car-borne survey, and 8 data from fixed point measurements performed to correct shielding. We measured whole area of Kani City, and obtained $62.3 \pm 5.0 \text{ nGy} \cdot \text{h}^{-1}$ as the average of air kerma rate.

Key words : car-borne survey, NaI (Tl) scintillation spectrometer, pulse height distribution, air kerma rate, Gifu Prefecture

I. 序論

これまでわれわれは岐阜県内の環境放射線線量（空気カーマ）率を NaI（Tl）ガンマ線スペクトロメータを搭載した乗用車で走行しながらガンマ線を測定（car-borne survey, 以下、走行サーベイとする）してきており^{1), 2), 3), 4), 5), 6)}、生活圏内

の環境線量率の把握という目的で美濃加茂市の測定を行ってきた⁷⁾。今回はさらに測定地域を増やす目的で可児市の測定を行った。測定対象選定の理由は著者らの居住地の一つであること、および著者らの所属する岐阜医療科学大学の可児キャンパスの所在地であることである。今回もまた生活道路を走行することで生活圏内の環境放射線量率

連絡先：

山内浩司 (yamauchi@u-gifu-ms.ac.jp)

の測定を行うことを目的とした。

II. 方法

測定装置

測定はこれまでと同様、EMF211型ガンマ線スペクトロメータ（EMFジャパン株式会社製）、パソコン用コンピュータ、および全地球測位システム（Global Position System、以下、GPSとする）による測位を可能にするGPSレシーバーを用いて行った。EMF211型ガンマ線スペクトロメータは直径3インチ×長さ3インチの円筒型NaI(Tl)シンチレータを検出器とした1,024チャネルのマルチチャネルアナライザである。ガンマ線の測定エネルギー範囲は30 keVから3 MeVであり、¹³⁷Csを用いた線量当量率校正試験を受けている。本システムでは、検出器で測定されるガンマ線パルス波高分布を、22行×22列の不等間隔応答行列を用いる応答行列法^{8), 9), 10)}によって環境に存在するガンマ線エネルギースペクトルに変換し、これをもとに空気カーマ率を算出している。自然に存在するガンマ線は主に⁴⁰Kの1.461 MeVガンマ線、U系列核種である²¹⁴Biの1.765 MeVおよび2.204 MeVガンマ線、Th系列核種の²⁰⁸Tlの2.615 MeVガンマ線であり、今回の測定対象となるガンマ線もこれらである。

走向経路

走行サーベイは2019年8月26日、9月9日、10日、18日および20日の5日間で行った。いずれも天候は晴天であった。走行サーベイに際しては、GPSで3秒毎に測位を行っており、その測位結果をすべてプロットした経路を図1に示す。市境のデータは2015年の国勢調査による境界データ¹¹⁾から得たデータをもとに作成した。経路の選択方針としては、前回と同様、線量率に影響を与える橋、トンネルなどを通らぬようにし、さらに測定点（経路）の重なりをなるべく避けることとし、さらに生活圏における線量率を測定するという目的から住宅地を中心に測定することとした。可児市中央を東西方向に流れる可児川を境に南北に分け、さらに東西に分けて4区分とし8月26日に北西部、9月9日と10日に北東部、9月18日に南西部、9月20日に南東部を測定した。総走行距離は274.9 kmである。

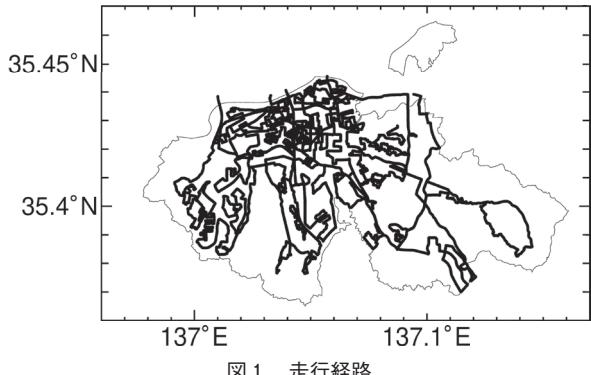


図1 走行経路

定点測定

車内で測定された走行サーベイのデータを基準となる車外地表1 mにおける空気カーマ率に換算するには測定対象の間で定点測定が必要で、その方法は細田ら^{12), 13), 14)}が報告しており著者ら^{6), 7)}も検討を加えている。今回は前回⁷⁾と同様に車外の地表1 mの点に検出器を置き15分間の定点測定を行った。測定地点は可児市内の土田中町、今春橋北、川合大橋西、パティオ可児および小渕ため池にある駐車場、可児市緑1丁目、東帷子および松伏3丁目にある空地の8か所である。いずれも走行サーベイの合間に行った。

補正

今回の測定システムを用いる走行サーベイにおいては測定時間が短いことによって十分なガンマ線束を測定することができずそれをもとにした空気カーマ率の不確かさが大きくなってしまう。そのためこれまで^{6), 7)}と同様に総計数率から空気カーマ率に変換する係数（Dose Rate Conversion Factor, 以下、DCFとする）を求め、これを走行サーベイで得たパルス波高分布の総計数率に乗じることで空気カーマ率を評価することとした。DCFは今回の8箇所の定点測定での測定結果、および同一システムを用い同様の測定を行ったこれまでの27点をあわせて合計35点で求めた。

走行サーベイを行う際、検出器は乗用車（トヨタアクア）内に設置するため、車体による遮へいの影響および基準との高さの違いがある。そのためこれらを補正する遮へい係数（Shielding Factor, 以下、SFとする）を求めておく必要があり、かつSFは測定車両ごとに求めておく必要がある^{12), 13), 14)}。前回と同様に定点測定を行った8か所において車内で15分間の測定を行った。今回は

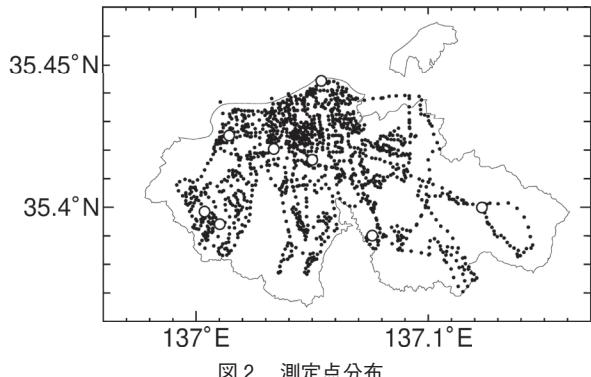
前回と同一車両で行ったため前回の12点と新たな8点、合計20点の値でSFを求めた。

走行サーベイ

走行サーベイの測定時間は前回⁷⁾と同様30秒で1測定点とすることとした。総計数率の相対標準偏差は前々回⁶⁾の検討から1%程度と見積られる。30秒間での総計数率を得るため、測定時間をGPSでの測位を行う際、同時にその測定間隔である3秒間でのパルス波高分布も同時に保存しておき、その総計数を用いた。連続で10測定(30秒間)測定できた場合を1測定点とした。典型的な総計数率は300 cps程度、デッドタイムは0.1%未満であった。

各測定点の測定位置はその間のGPS測位結果を平均したものとした。信号待ちで停車した場合等、2以上の測定位置が同一となった場合は、その総計数率を平均して1測定点とした。やむを得ず同一経路を走行した場合もあったが求めた測定位置が異なる場合は別測定点とした。測定点の総数は定点測定を含めて1,582となった。測定点の分布を図2に示す。この市境データも2015年の国勢調査のデータ¹¹⁾をもとに作成したものである。南部は山地が多く走行サーベイできる経路が少なかったが、住宅地を中心に可児市のほぼ全域を測定できたことがわかる。また図2には定点測定を行った箇所を白丸で示してある。

各測定点の走行距離は乗用車のトリップメーター(最小単位0.1 km)で目視確認したため誤差は大きいと思われるが、平均値が0.17 km、標準偏差が0.11 km、最大値が0.8 km、最小値が0 km(信号待ち)、中央値が0.2 kmであった。およそ1測定点が0.17 km程度の測定と考えられる。



III. 結果・考察

定点測定(各種補正)

15分間の定点測定によって求めた総計数率を横軸に、そのパルス波高分布から得られた空気カーマ率を縦軸にとったものを図3に示す。この分布から求めた切片なしの回帰直線は

$$K = (0.1427 \pm 0.0015) \times N_{\text{out}}$$

であった。ここでKは空気カーマ率、 N_{out} は総計数率(車外測定)である。DCFはこの直線の傾き 0.1427 ± 0.0015 であって±後の数値は標準誤差を表す。白丸が今回測定した8点、黒丸が前回⁶⁾および前々回⁷⁾測定した27点である。この回帰式の決定係数(R^2)は0.967であり強い正の相関が認められる。残差分布より総計数率から変換された空気カーマ率の誤差は最大で±10%程度と見積られる。

15分間の定点測定の総計数率(車外) N_{out} を縦軸に、同一箇所で行った車内での15分間測定の総計数率 N_{in} を横軸にプロットしたものを図4に示す。白丸が今回測定した8点、黒丸が前回測定した12点である。この分布から求めた切片なしの回帰直線は

$$N_{\text{out}} = (1.68 \pm 0.02) \times N_{\text{in}}$$

となった。この直線の傾き 1.68 ± 0.02 が車体による遮へい等の補正の係数(SF)である。±後の数値は標準誤差を表す。回帰式の決定係数(R^2)

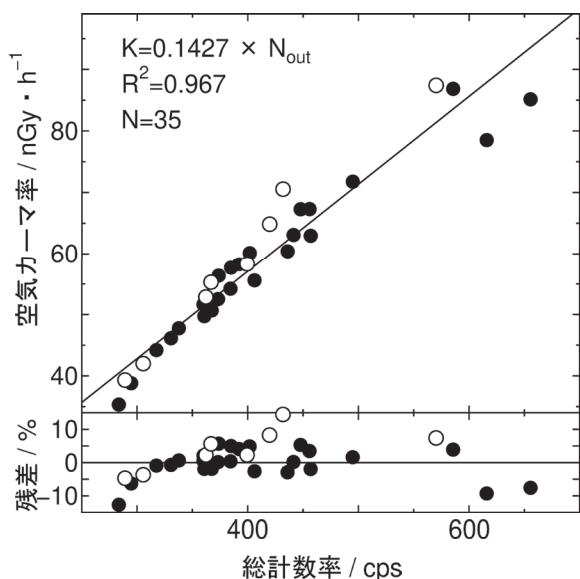


図3 車外で定点測定した総計数率と空気カーマ率、それらの回帰直線とその残差

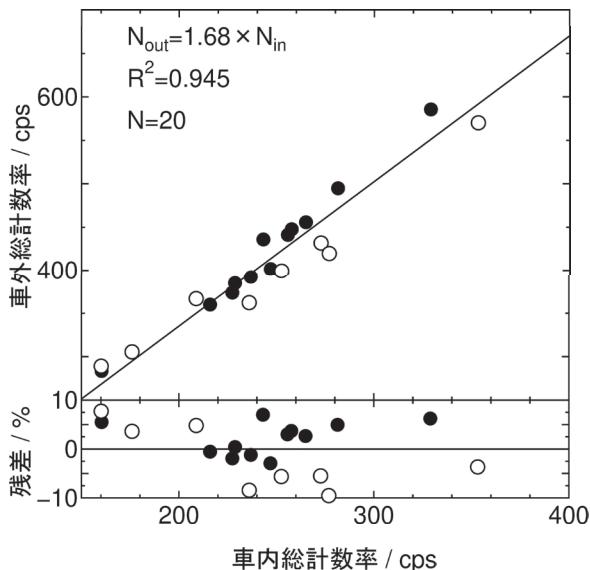


図4 車内総計数率と車外総計数率、それらの回帰直線とその残差

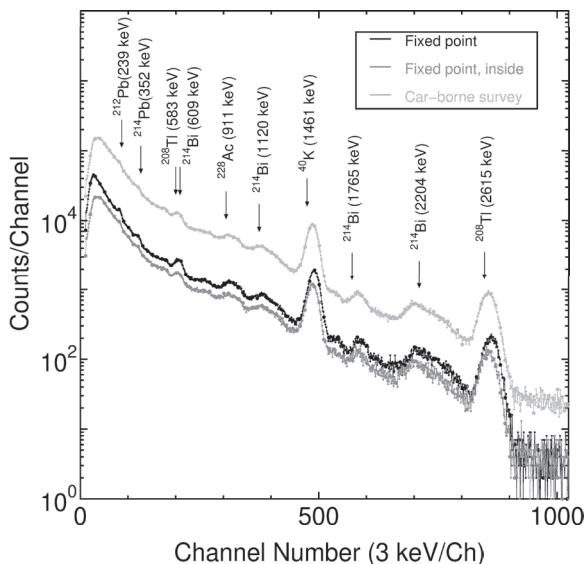


図5 ガンマ線パルス波高分布。定点測定(車外), 定点測定(車内), および走行サーベイ

は0.945であり強い正の相関が認められる。残差分布より車内計数率から変換された車外計数率の誤差は最大で $\pm 10\%$ 程度と見積られる。

今回測定されたパルス波高分布（走行サーベイ1,574点分、定点測定8回分、遮へい等の補正のための車内測定8回分）をそれぞれ合計したものを図5に示す。自然に存在する ^{40}K , U系列, Th系列の核種が確認できる。定点測定の車外と車内を見れば主に車体の遮へいにより計数率が低くなっていることがわかる。

走行サーベイ

走行サーベイによる車内の総計数率 N_{in} から車

外・地表1 mでの空気カーマ率 K に次のように換算した。

$$K = \text{DCF} \times \text{SF} \times N_{\text{in}}$$

この換算の誤差は DCF および SF の最大誤差から最大14%程度と見積られる。

今回測定した可児市について表1および図6にまとめた。また、それをもとに Microsoft Excel の3D マップで作成した線量率マップを図7に示す。

図7によると市内北部では空気カーマ率にあまり高低が見られないが、南部では西部に最低値が、東部に最高値がある。経路を確認すると最低値は川沿い、最高値は山地での値であり、地形が線量

表1 線量率測定結果

空気カーマ率 / nGy · h ⁻¹	
地域 (測定点)	可児市 (1,582)
平均値	62.3
標準偏差	5.0
最大値	87.4
最小値	38.9
中央値	62.2

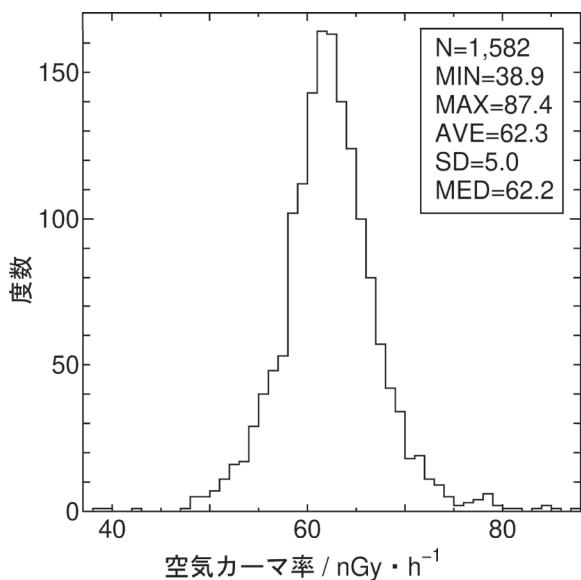


図6 可児市の空気カーマ率分布

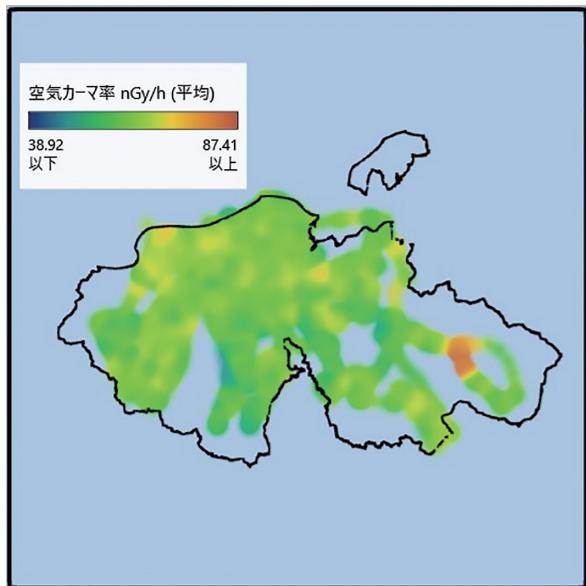


図7 可児市の線量率マップ

率に大きく影響することがわかる。

可児市の線量率について過去に測定されたものは下ら¹⁵⁾の空気吸収線量率で $46.3 \text{ nGy} \cdot \text{h}^{-1}$ がある。今回の結果 $62.3 \text{ nGy} \cdot \text{h}^{-1}$ とは大きく異なるが、測定経路の選び方によるものと考えられる。

IV. 文献

- 1) 山内浩司, 後藤成人, 三輪ゆい子, 安田成臣(2012).「走行サーベイによる岐阜県内の線量率測定」, 岐阜医療科学大学紀要 6, 133-136.
- 2) 山内浩司, 奥田晃基, 山本悠 (2014).「走行サーベイによる岐阜県内東海・北陸自動車道の線量率測定」, 岐阜医療科学大学紀要 8, 25-28.
- 3) 山内浩司, 谷和磨, 高木大朝 (2015).「走行サーベイによる岐阜県内の線量率測定—東海・北陸自動車道～名神高速道路—」, 岐阜医療科学大学紀要 9, 67-69.
- 4) 山内浩司, 丸山拓真, 北野友梨 (2016).「走行サーベイによる関市内の線量率測定」, 岐阜医療科学大学紀要 10, 67-76.
- 5) 山内浩司, 伏屋舞人, 宮川拓也 (2017).「走行サーベイによる岐阜県内の線量率測定—美濃市, 岐阜市, 大垣市—」, 岐阜医療科学大学紀要 11, 33-36.
- 6) 山内浩司, 石井宏樹, 今井航輝, 河村暁, 下越遼介 (2017).「走行サーベイによる岐阜県内の線量率測定—線量率評価法の検討—」, 岐阜医療科学大学紀要 12, 25-33.
- 7) 山内浩司, 丹羽亮太, 豊吉裕樹, 畑野綾香 (2018).「走行サーベイによる岐阜県内の線量率測定—美濃加茂市周辺—」, 岐阜医療科学大学紀要 13, 57-62.
- 8) 湊進 (1978).「環境 γ 線解析用 $3'' \phi \times 3''$ NaI (Tl) シンチレータのレスポンス行列」, 名古屋工業技術試験所報告 27 (12), 384-397.
- 9) S. Minato (2001).「Diagonal Elements Fitting Technique to Improve Response Matrixes for Environmental Gamma Ray Spectrum Unfolding」, RADIOISOTOPES 50, 463-

471.

- 10) 松田秀晴, 湊進, V. Pasquale (2002).「環境 γ 線解析用応答行列法の精度評価」, RADIOISOTOPES 51, 42-50.
- 11) e-Stat 政府統計の総合窓口.「地図で見る統計（統計GIS）境界データ」, <<https://www.e-stat.go.jp/gis/statmap-search?type=2>> 2019年11月 7 日アクセス .
- 12) M. Hosoda, K. Inoue, M. Oka, Y. Omori, K. Iwaoka and S. Tokonami (2016).「Environmental Radiation Monitoring and External Dose Estimation in Aomori Prefecture after the Fukushima Daiichi Nuclear Power Plant Accident」, Japanese Journal of Health Physics 51 (1), 41-50.
- 13) 細田正洋, 井上一雅, 岡光昭, 大森康孝, 岩岡和輝, 床次眞司 (2016).「走行サーベイによる環境放射線レベルの評価—青森県全域における調査概要—」, Japanese Journal of Health Physics 51 (1), 27-40.
- 14) 細田正洋, 赤田尚史, 下道國, 古川雅英, 岩岡和輝, 床次眞司 (2015).「岐阜県東濃地域における環境放射線調査」, RADIOISOTOPES 64, 465-475.
- 15) 下道國, 杉野雅人, 森内和之, 湊進, ケラン・オブライエン (1994).「岐阜県下の環境放射線の調査」, 岐阜医療技術短期大学紀要 9, 61-86.

岐阜医療科学大学 紀要投稿規程

(目的)

第1条 本学が発刊する岐阜医療科学大学紀要（以下「本紀要」という。）への投稿等に関して、必要な事項を規定する。

(投稿資格)

第2条 本紀要の投稿資格は、原稿の著者に本学所属の教職員（非常勤教職員を含む）または本学の大学院生が含まれることとする。

(原稿の種類)

第3条 原稿の種類は、和文または英文による未発表原稿に限る。

(投稿件数)

第4条 本紀要への投稿数は、筆頭著者、共著者にかかわらず、同一著者による制限を設けない。

(法令等の順守)

第5条 人または動物が対象である研究は、その実施前に関連する法令、指針及び規程等に基づき必要な手続きを行うこと。また、投稿にあたってはその旨が本文中に明記されていること。

(掲載順)

第6条 本紀要の掲載順は、原稿を受理した順とする。

(原稿の作成)

第7条 本紀要の原稿は、Word等の電子ファイルにより、別に定める投稿規定細則に従って作成する。

(原稿の提出)

第8条 本紀要是、原稿のPDF並びにWord等の電子ファイル及び投稿チェックリストを、電子メールまたはCD-R等の電子媒体により提出する。

(校正)

第9条 本紀要の著者校正は、原則として2回行う。

(著作権)

第10条 本紀要に掲載される論文の著作権は、岐阜医療科学大学に帰属する。

2 本紀要発行後は、本学の承諾なしに他誌に掲載してはならない。

3 本紀要是「Medical online（メディカルオンライン）」に登録する。

(投稿料および原稿料)

第11条 本紀要の投稿料は無料とする。また、原稿料は支払われない。

(別刷)

第12条 投稿論文1編につき主著者に別刷50部を贈呈する。50部を超えるものは有料となる。

(その他)

第13条 本紀要の投稿に関し必要な事項は別に定める。

附 則

- 1 この規程は、平成18年7月5日から施行する。
- 2 この改正規程は、平成19年6月6日から施行する。
- 3 この改正規程は、平成26年12月3日から施行する。
- 4 この改正規程は、平成28年3月16日から施行する。
- 5 この改正規程は、平成30年6月6日から施行する。
- 6 この改正規程は、平成30年8月1日から施行する。

岐阜医療科学大学紀要 第14号

2020年3月31日発行

編 集 **岐阜医療科学大学紀要委員会**

発 行 **岐 阜 医 療 科 学 大 学**

〒501-3892 岐阜県関市市平賀字長峰795-1
電話0575-22-9401（代表）
FAX0575-23-0884

印 刷 **西 濃 印 刷 株 式 会 社**

〒500-8074 岐阜県岐阜市七軒町15
電話058-263-4101
FAX058-263-4104
