

摘出肺癌の MRI

田 淵 昭 典¹, 西 村 浩¹, 藤 本 公 則¹,
安 陪 等 思¹, 内 田 政 史¹, 小 島 和 行¹,
小 金 丸 道 彦¹, 大 竹 久¹, 林 明 宏²,
枝 国 信 三²

¹久留米大学放射線科

²久留米大学第一外科

はじめに

肺癌における画像診断は胸部単純撮影、断層撮影、X線CTなど種々の方法により行われているが、近年、MRIの有用性に関する報告^{1)~6)}も増加している。MRIは、コントラスト分解能に優れ、任意の断層面が撮像できるなど多くの利点を有し、中枢神経系の領域では臨床的評価がほぼ確立している。しかし胸部では、呼吸や心拍動による影響が強く、その評価については未だ定まっていない。

われわれは、昭和62年4月以来、約200例の胸部疾患のMRIを施行したが、CTなどでは得られない情報を得ることもでき、その有用性は

高いと考えている。

肺癌における病変部性状の描出能を中心に、MRIが肺癌の診断にどの程度有用であるかを評価する目的で、術前のMRIと動きによるアーチファクトの生じない摘出肺のMRIの比較、ならびに摘出肺MRIと病理所見とを対比検討した。

対象および方法

対象は、昭和62年10月より63年9月までの間に手術前およびその摘出臓器のMRIを施行できた原発性肺癌10例(扁平上皮癌7例、腺癌2例、腺扁平上皮癌1例)である。腫瘍部の大きさは長径1.4cmから8.0cmまでで、平均4.2cmであった。両検査の間隔は最短1日、最長2

キーワード lung cancer, MRI, resected lung cancer, in vitro MRI

週間である。

使用した装置は島津製超電導型 MRI 装置 SMT-50 (0.5 テスラ) である。撮像法は (Spin Echo 法, 以下 SE 法), T 1 強調像として, SE 460-1200/35, プロトン密度強調像 (以下 PD 像) として, SE 1500-2400/35, T 2 強調像として, SE 1500-2400/80-100 で行った。全例に Short Inversion Time Inversion Recovery 法 (以下 STIR 法) も IR 1500-2200/100/40 として併用した。STIR 法⁷⁾は T 1, T 2 両者の付加的強調画像であるとともに, 脂肪などの T 1 が短縮した部位からの信号を抑制し, 高コントラスト画像が得られる撮像法である。なお, 術前の検査では, ほぼ全例に心電図同期法を使用した。

撮像の方向は術前, 摘出臓器とも横断を原則としたが, 症例により冠状断および矢状断を追加した。スライス厚は 5-10 mm, スライス間隔は 5-10 mm のギャップレス, マトリックスは 256×256, 平均加算回数 1-4 回で撮像した。摘出臓器の撮像に際しては, 表面コイルを使用し, 摘出後数時間以内に固定せずに, 新鮮なままで撮像を行った。

検討項目は

- 1) 各撮像法における腫瘍性状描出能の比較
- 2) 生体内と摘出肺における腫瘍性状描出能の比較

3) 摘出肺 MRI と病理像の比較

である。

1) および 2) についてはスコアによる評価を放射線科医 4 名により行った。肉眼像をもとに, ほぼ忠実に病変部の性状を反映していると思われるものを 3 (excellent), やや劣るがある程度推察可能なものを 2 (good), わずかに反映しているものを 1 (fair), ほとんど不明なものを 0 (poor) として比較検討した。

3) については病理像と各撮像法における信号強度パターンとの比較を行った。STIR 法以外では, 筋組織の信号強度を iso, 脂肪を high とし, low から very high まで 5 段階に分類し, 組織像と比較検討した。

結 果

1) 各撮像法における腫瘍性状描出能の比較 (表 1)

内部像に関しては, 描出能のスコアは生体内で T 1 強調像が 0.6, T 2 強調像が 1.7, STIR 法が 1.7, 摘出肺では各々 0.6, 1.8, 2.2 であった。T 1 強調像ではスコアが低く, 描出は不良であり, それに対し T 2 強調像と STIR 法ではスコアが高く, 描出良好であった。

辺縁に関しては, T 1 強調像, T 2 強調像,

表 1 生体内と摘出肺の MRI ならびに各撮像法による腫瘍性状描出能の比較 (n=10)

		内 部 像			辺 縁 像		
		T1	T2	STIR	T1	T2	STIR
平均スコア	生体内	0.6	1.7	1.7	0.6	0.6	0.8
	摘出肺	0.6	1.8	2.2	2.0	1.9	1.9

* 描出能(スコア)poor;0 fair;1 good;2 excellent;3

STIR 法とも描出能に差はなかった (図 1).

2) 生体内と摘出肺の MRI における腫瘍性状描出能の比較 (表 1)

腫瘍内部像に関しては, T 1 強調像で生体内では 0.6, 摘出肺では 0.6, T 2 強調像では 1.7 と 1.8, STIR 法で 1.7 と 2.2 であった. 生体内と摘出肺で, STIR 法を除けば著しいスコアの差は見られず, 生体内においても腫瘍内部の描出は比較的良好であった.

しかし, 腫瘍の辺縁に関しては T 1 強調像で生体内が 0.6, 摘出肺が 2.0, T 2 強調像で 0.6 と 1.9, STIR 法で 0.8 と 1.9 であり, 生体内の方がいずれもスコアが低く, 動きのない摘出肺

の像の方が描出は良好であった (図 1).

3) 摘出肺 MRI と病理像の比較 (表 2)

摘出肺の病理像と MRI の信号強度パターンを比較した. 炭粉沈着部や線維化部はどの撮像法においても低信号を呈していた (図 2). 出血部は T 1 強調像で高信号を呈し, 粘液部は T 1 強調像でやや高信号を呈した. 充実性の腫瘍部は T 1 強調像にて低信号, T 2 強調像および STIR 法にて高信号を呈していた. 壊死部は, 液化壊死では T 1 強調像にて低信号, T 2 強調像および STIR 法にて著明な高信号を呈していたが, 凝固壊死ではその信号強度は多様であった (表 2, 図 3, 4).

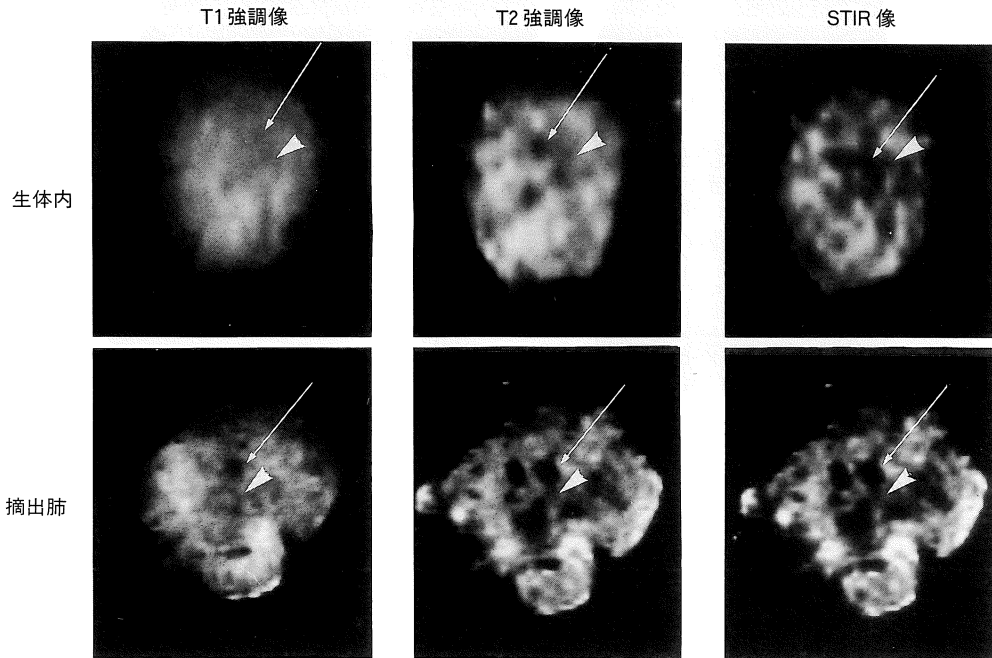


図 1. 62才, 男性. 右下葉原発, 腺癌(低分化型)例

腫瘍の辺縁については, 撮像法による差は認めない. また辺縁は摘出肺のほうが明瞭に描出されている.

生体内, 摘出肺とも, 腫瘍内部を良く表わしている.

炭粉沈着部(→), 線維化部(▷).

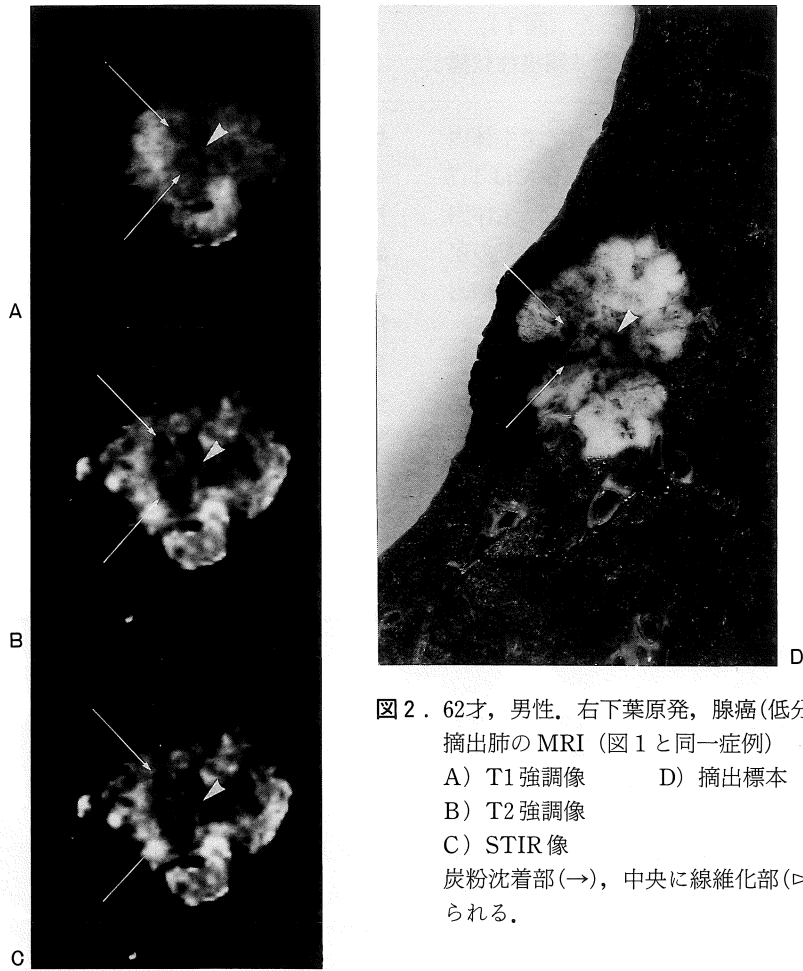


図 2 . 62才, 男性, 右下葉原発, 腺癌(低分化型)例
 摘出肺の MRI (図 1 と同一症例)
 A) T1 強調像 D) 摘出標本
 B) T2 強調像
 C) STIR 像
 炭粉沈着部(→), 中央に線維化部(△)が認められる。

表 2 病理像と信号強度パターンとの比較

	T1	T2	STIR
腫 瘍 部	low ~ iso	high	high
炭粉沈着部	low	low	low
線 維 化 部	low	low	low
壊死部	(凝固)	low ~ slightly high	low ~ high
	(液化)	low	very high
粘 液	iso ~ high	very high	very high
出 血 部	high	high	high

※ 信号強度の表示方 ; low ~ iso (=筋組織) ~ slightly high ~ high (=脂肪組織) ~ very high

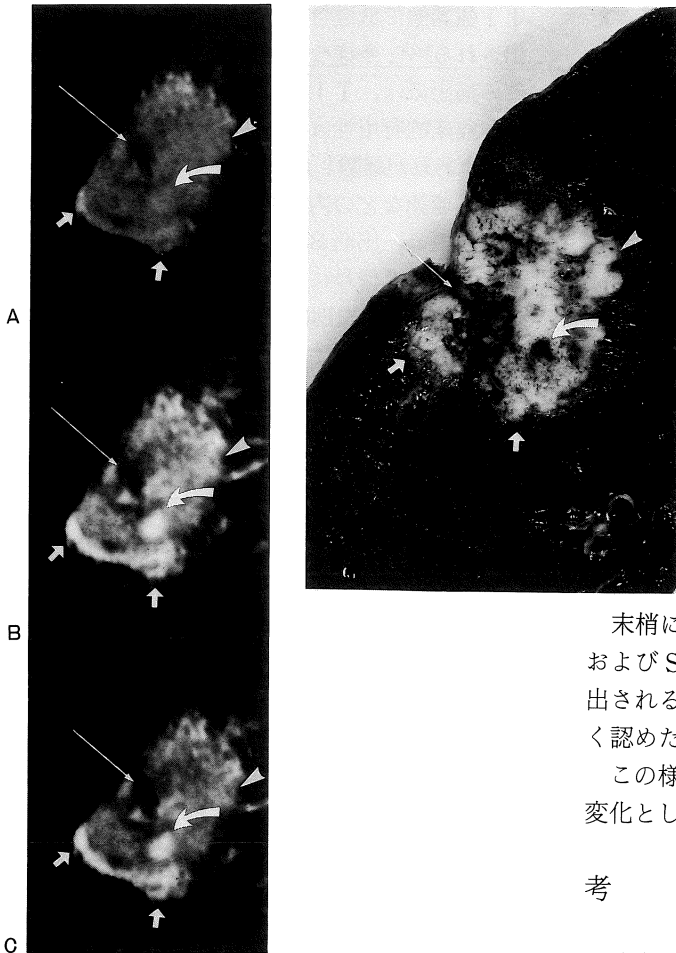


図3. 70才, 男性. 左下葉原発・扁平上皮癌例摘出肺のMRI

- A) T1強調像
- B) T2強調像
- C) STIR像
- D) 摘出標本

炭粉沈着部(→), 出血部(↷), はすべての撮像法にて各々低信号, 高信号を呈し, 腫瘍部(△)はT1強調像で低信号, T2強調像およびSTIR法にて高信号を呈している. また粘液に富む腫瘍部(⇒)はT1強調像にてやや高信号, T2強調像にて高信号を呈している.

末梢に発生した二次的な変化は, T2強調像およびSTIR法で腫瘍部よりも高信号として描出されることが多く, 両者が識別可能な例も多く認めた(図4).

この様に, 摘出肺MRIは病理像を信号強度の変化として良く反映していた.

考 察

肺癌の画像診断法としてのMRIの有用性につ

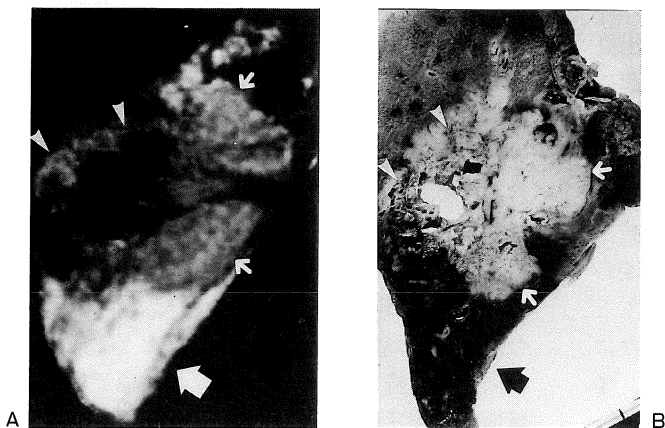


図4. 65才, 男性. 右下葉原発, 扁平上皮癌例

- A) STIR像(摘出肺)
- B) 摘出標本

腫瘍の末梢に二次性変化(⇨)が著明な高信号として描出されている. 腫瘍部(△)は高信号を呈し, 空洞周囲に見られる壊死部(凝固)(◇)は, その程度によって低信号や高信号を呈している.

いての報告が最近散見されるようになってきたが、動きによるアーチファクトの除去法、撮像時間など、撮像手技の面でまだ問題が多い。呼吸性の動きが問題である上腹部領域や、心拍動による動きが問題となる心血管領域における診断上での有用性の報告は数多く見られる。胸部疾患においては、呼吸と心血管の両方からのアーチファクトが問題となり、その臨床的評価は定まっていない^{3)~6)8)}。しかし、MRIは優れたコントラスト分解能を持ち、任意の断面層での撮像が可能であるという利点を有しており^{4)~6)}、また急速な技術的進歩は、上記の問題を解消しつつある。

われわれは、現時点で適切と考えられる撮像法を用いた術前MRIと、アーチファクトがなく、鮮明な画像が得られる摘出肺のMRIを病理像と比較することにより、肺癌におけるMRIの診断上の有用性と限界について考察した。

なお生体内と異なり、摘出肺のMRIの場合は、空気含量、血流などに変化が起こるため、信号強度に多少の影響がおよぼされることを予想しておかなければならない。今回われわれは、摘出後直ちに（少なくとも3時間以内に）検査を行っており、空気含量に関しては、少し減少したものの、腫瘍自体の信号に与える影響は少ないものと考えた。血流に関しては、摘出後は血流の停滞などが生じ、当然のことながら信号上、影響を受けることが十分考えられるが、摘出直後でもあり、腫瘍の変性、内部変化などは起こっていないと思われるため、ある程度評価できるものと考えた。しかし、厳密には生体内とは若干異なることに留意しなければならない。

1) 各撮像法における腫瘍性状描出能の比較

緩和時間の変化などによって信号強度が変わることを利用し、これを画像のコントラストとして用いているMRIでは⁹⁾、適切な撮像条件により病変部を明瞭に描出することができる。多くの病変部はT1値およびT2値が一般に長く、

T1強調像で低信号、T2強調像で高信号に描出される⁹⁾¹⁰⁾。多様な内部変化を伴いやすい腫瘍部の描出には、T1強調像よりもT2強調像の方が臨床的有用性は高い¹¹⁾。

われわれが経験した原発性肺癌の多くも炎症、浮腫、壊死などの内部変化を有していた。T1強調像では、出血および粘液部を除くほとんどの病変部は低信号に描出され、コントラストが低く、腫瘍内部描出については不利と思われた。

われわれはさらにBydder等¹²⁾によって報告されたSTIR法を用いることにより、腫瘍内部をより高コントラストに描出することができた。この方法により、T2強調像と同等以上の腫瘍内部の描出能を得ることができた。

2) 生体内と摘出肺における腫瘍性状描出能の比較

腫瘍内部の描出に関しては、摘出後に比べ、動きによるアーチファクトが関与する生体内でも比較的良好的な像が得られ、臨床面でも十分有用と思われた。その理由としては、主として優れたコントラスト分解能に起因している¹³⁾。さらに心電図同期法の併用、信号加算回数増量、胸帯の着用、被検者への検査内容についての十分な説明など、アーチファクトの除去についてできる限り配慮したことも、腫瘍内部描出能の向上の理由としてあげられる。しかし今回検討した腫瘍は、3 cm以上の比較的大きな腫瘍がほとんどであったため、内部性状については良く描出できたが、小病巣については未検討であり、今後の課題と思われる。

腫瘍の辺縁については、MRIでは呼吸や心血管系によるアーチファクトが生じるため、CTより鮮鋭さには欠ける。しかし動きのない摘出臓器のMRIでは、各種の表面コイルを使用可能なこともあり、鮮明な辺縁像を得ることができた。今後、息止めによる撮像法の利用などで描出能の向上が期待される。しかし、現時点では、辺縁像に関しては断層撮影やCTなどのほうが正

確な診断が得られる。

3) 摘出肺 MRI と病理像との対比

肺癌において、MRI と病理像とを比較した報告は少ないが、他領域においては最近多くの報告が見られ、病理（肉眼）像を比較的良く反映していることが知られており、ある程度 tissue characterization を示す、という報告^{13)~15)}が多い。腫瘍内部の出血、壊死、線維化などの病変を識別することは肺癌診断上重要である。

一般に出血部は、時期的なものも関与するが、T1 の短縮により T1 強調画像で高信号を呈するといわれている¹⁶⁾。われわれの検討でも、比較的小さなものも T1 強調像にて高信号として描出され、識別可能であった。

壊死部はその状態により様々な信号を呈するが、それは壊死内の水の含有量に左右されるとされている¹⁷⁾。われわれの検討でも液化壊死部は、その信号強度より推定可能であったが、凝固壊死に関しては、その信号強度は一定でなかった。広田¹⁸⁾らは、凝固壊死の程度、時期の違いなどに起因しているのではないかと報告している。

炭粉沈着部や線維化部のように比較的細胞成分に乏しく、含水量の少ない組織は、どの撮像法にても低信号を呈しており（表 2）、腫瘍部が高信号として描出される T2 強調像や、STIR 法でその識別が容易であった。

各撮像法の信号のパターンを観察することで肉眼像程度ではあるが肺癌の病理像や組織型の推察においても一役を担うことが期待される。

壊死性変化は扁平上皮癌に見られることが多く、腺癌、小細胞癌などでは少ない¹⁹⁾。線維化、粘液産生などは腺癌に認められることが多い。二次的変化は扁平上皮癌に多く、腺癌では少なく、小細胞癌では、あっても軽度と言われている¹⁹⁾。

われわれの検討において、前述したように他の検査に比べ、MRI ではこれらの変化の描出に関して良好な結果が得られた。比較的大きな腫

瘍においては、適切な撮像法と詳細な読影により、MRI で組織型診断の推測が可能と思われた。

しかし組織型については、腫瘍の分化度などにより病理学的にも組織型の識別が困難な場合もあり¹⁹⁾、MRI を含めた総合画像診断が必要であることは言うまでもない。

今後、小病巣を含め症例を重ね検討して行きたい。

ま と め

手術の行われた肺癌 10 症例の摘出肺の MRI を検討し、次の結果を得た。

- 1) 各種撮像法における腫瘍性状の描出能は、T2 強調および STIR 法が良好であった。
- 2) 手術前（生体）の MRI と摘出肺について行った MRI で腫瘍性状描出能を比較すると、内部性状についてはほぼ同等であったが、辺縁の性状については後者の方が優れていた。
- 3) 摘出肺の MRI は、病理像と比較的良く一致していた。

本論文の要旨は第 29 回日本肺癌学会総会において発表した。

文 献

- 1) W.R. Webb, R.G. Jensen, R. Sollitto, et al.: Bronchogenic carcinoma, staging with MR compared with staging with CT and surgery, *Radiology*, 156: 117-124, 1985
- 2) G. Gamsu: Magnetic resonance imaging in lung cancer, *Chest*, 89(4): 242-244, 1986
- 3) D. Musset, P. Grenier, M.F. Carrette, et al.: Primary lung cancer staging, prospective comparative study of MR imaging with CT, *Radiology*, 160: 607-611, 1986
- 4) 河野通雄, 田内胤泰: 肺 縦隔, 放射線医学体系, 特別巻 2, 核磁気共鳴診断, 田坂 皓, 中山三郎, 中山書店, 東京, 1986, p. 207-216
- 5) 奥畑好孝, 尾崎正時, 縄野 繁, 他: 肺縦隔の

- MRI, NMR 医学, 6 : 136-144, 1986
- 6) 奥畑好孝 : 肺縦隔腫瘍における MRI の適応, 画像診断, 6(12) : 1229-1235, 1986
- 7) G.M. Bydder, R.E. Steiner, L.H. Blumgart, et al. : MR imaging of the liver using short TI inversion recovery sequence, J. Comput. Assist. Tomography, 9(6) : 1084-1089, 1985
- 8) C.E. Lewis, F.S. Prato, D.J. Drost, et al. : Comparison of respiratory triggering and gating techniques for the removal of respiratory artifacts in MR imaging, Radiology, 160 : 803-810, 1986
- 9) 有水 昇 : MRI に必要な基礎知識, 神経進歩, 30(3) : 397-403, 1986
- 10) 有水 昇 : 原理と MRI 読影上の基礎的事項, 呼と循, 34(5) : 463-471, 1986
- 11) 吉川宏起 : MR 画像の読み方, 画像診断, 5(10) : 978-989, 1985
- 12) J.M. Gomori, G.A. Holland, R.J. Grossman, et al. : Fat suppression by section-select gradient reversal on spin-echo MR imaging, Radiology, 168 : 493-495, 1988
- 13) K. Ohtomo, Y. Itai, K. Yoshikawa, et al. : Hepatocellular carcinoma and cavernous hemangioma, differentiation with MR imaging, Radiology, 168 : 621-623, 1988
- 14) R. Nyman, S. Rhen, A. Erisson, et al. : An attempt to characterize malignant lymphoma in spleen, liver, and lymphnodes with magnetic resonance imaging, Acta Radiologica, 28(5) : 527-532, 1987
- 15) J.A. Castelijns, G.J. Gerritsen, M.C. Kaiser, et al. : Invasion of laryngeal cartilage by cancer : Comparison of CT and MR imaging, Radiology, 166 : 199-206, 1987
- 16) D.B. Hackney, S.W. Atlas, R.I. Grossman, et al. : Subacute intracranial hemorrhage : Contribution of spin density to appearance on spin-echo MR imaging, Radiology, 165 : 199-201, 1987
- 17) S. Shioya, M. Haida, Y. Ono, et al. : Lung cancer, Differentiation of tumors, necrosis, and atelectasis by means of T1 and T2 values measured in vitro, Radiology, 167 : 105-109, 1988
- 18) 廣田省三, 楠本昌彦, 酒井英郎, 他 : MRI による悪性腫瘍の治療効果判定に関する実験的検討, 日本医学放射線学会雑誌, 49 : 192, 1989
- 19) 下里幸雄, 額額 博, 児玉哲郎, 他 : 病理, 臨床肺癌 vol.1, 石川七郎, 加藤勝久, 講談社, 東京, 1983, p. 53-246

MR imaging of resected lung cancer

AKINORI TABUCHI,* HIROSHI NISHIMURA,*
KIMINORI FUJIMOTO* TOSHI ABE,*
MASAFUMI UCHIDA,* KAZUYUKI KOJIMA*
MICHIIKO KOGANEMARU,* HISASHI OHTAKE,*
AKIHIRO HAYASHI,** SHINZO H EDAKUNI**

**Department of Radiology, Kurume University School of Medicine*
***1st Department of Surgery, Kurume University School of Medicine*
67 Asahimachi Kurumeshi Fukuokaken, Japan

Magnetic resonance imaging (MRI) was performed on ten patients with primary lung cancer before surgical therapy (in vivo) and on resected ten tumors after lobectomy (in vitro). Comparisons were made of findings of tumors on MRI and pathologic findings of resected tumors.

MRI (in vivo and in vitro) disclosed the intra-tumoral different components with its good contrast resolution, especially, on T2 weighted image and STIR image. Some intensity patterns of components revealed pathologic findings. However, the demonstration of the margin and the border of the tumor in vivo was less than that of in vitro, because of the respiratory motion artifact, mainly.

The close observation to the findings on MRI was seemed to make good informations for the correct diagnosis of primary lung cancer.