

I プロローグ：死因不明社会からの訣別に向けて

## 2. Aiに求められる画像診断とは —— Ai画像の特徴，生体あるいは病理との 対比による診断基準の確立に向けて

高橋 直也 新潟市民病院放射線診断科

### 死後画像研究は 世界的な潮流

1990年代後半から，CTやMRIが飛躍的に進歩し，デジタル画像装置を用いた死後画像診断が世界中で行われるようになった<sup>1)~8)</sup>。日本では，2000年ごろに江澤らがオートプシー・イメージング (Autopsy imaging : Ai) の概念を提唱し<sup>1), 2)</sup>，塩谷らが精力的に死亡時画像の知見を発表したことで，死亡時画像診断の基礎を築いた<sup>9)~16)</sup>。同時期から，スイス (Virtopsy)<sup>3), 17)~24)</sup>，オーストラリア<sup>4)</sup>，米国<sup>5), 25)</sup>，デンマーク<sup>6)</sup>，オーストリア<sup>26)</sup>，イギリス<sup>27), 28)</sup>，オランダ<sup>29)</sup>など，世界中から死後画像に関する研究成果が相次いで発表されている。Google scholarで“Postmortem imaging” (死後画像)，“Postmortem CT” (死後CT)，“Postmortem MRI” (死後MRI)を検索すると，2000年から2004年までの検索結果の件数が，それぞれ51件，

33件，128件であるのに対し，2005年以降は359件，189件，481件と急増している (2011年9月7日時点)。これらすべてが死後画像を直接研究しているものとは限らないが，近年の死後画像研究の広がりを示していると言えよう。

### 死後画像と臨床画像は 同じではない

死後画像では，生体の臨床画像とは異なった死体現象が生じる<sup>30)</sup>。心肺蘇生術が行われれば，その影響による所見も加わる。近年，これらの修飾による“正常な遺体”の画像所見が明らかになりつつある。

#### 1. 死後画像で見られる死後変化

死亡直後から死後変化は生じる<sup>23), 30)</sup>。死後画像上は，赤血球の沈降による血液就下<sup>9), 24), 30), 31)</sup>，大動脈平滑筋の収縮による動脈壁の肥厚<sup>10)</sup>，右心系の拡張<sup>11)</sup>が認められる<sup>23)</sup> (図1)。血液就下

は臓器にも生じ，死後CTでは，しばしば肺の血液就下が認められる<sup>13)</sup> (図2)。また，死後MRIでは，肝の血液就下も報告されている<sup>24)</sup>。長谷川らは，遺体を経時的にCT・MRIで撮像し，その変化を報告している。時間の経過とともに，死後変化はより明瞭になるが，死亡前の治療の状態や死後の状況によって異なるとしている<sup>32)</sup>。

さらに時間が経つと，晚期死体反応として，腐敗，自家融解，死蟻化が生じる。腐敗によって血管内・体腔にガスが発生し，脳や臓器が自家融解すると頭蓋や腹腔内に液面形成を来す<sup>23), 30)</sup>。死蟻化は，脂肪の濃度を反映した低濃度領域として描出される<sup>30)</sup>。

MRIの信号強度は組織温度に影響され，4℃程度までは温度の低下に従ってT1・T2緩和時間が短縮する<sup>33)~35)</sup>。寒冷下で発見された症例や，遺体を低温で保存していた場合，死後MRIの読影には注意を要する。

死体現象は，死後経過時間の推定に

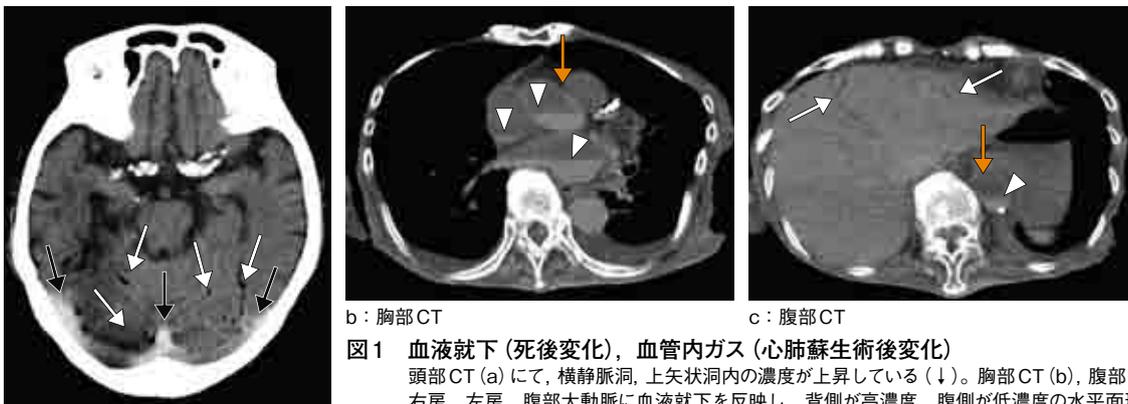


図1 血液就下 (死後変化)，血管内ガス (心肺蘇生術後変化)

頭部CT (a)にて，横静脈洞，上矢状洞内の濃度が上昇している (↓)。胸部CT (b)，腹部CT (c)では，上行大動脈，右房，左房，腹部大動脈に血液就下を反映し，背側が高濃度，腹側が低濃度の水平面形成を認める (▽)。上行大動脈，腹部大動脈の壁は，高濃度に描出されている (b ↓)。後頭蓋窩の血管内，肝内血管内に空気を認める (c ↓)。

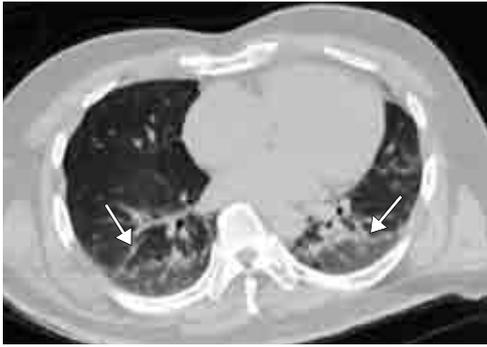


図2 肺内血液就下(死後変化)  
両肺背側にすりガラス影を認める。陰影は水平面を形成している(↓)。

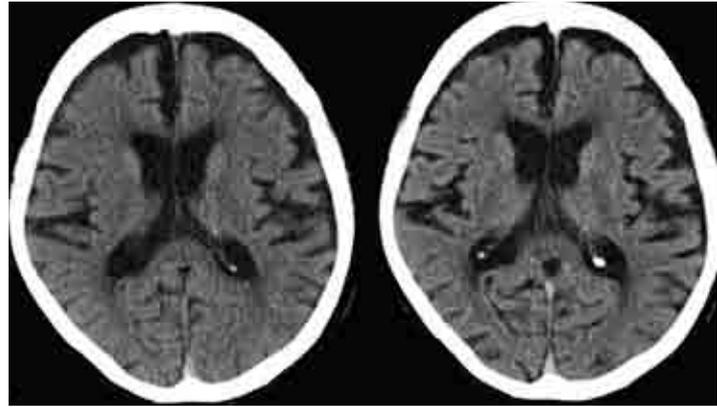


図3 脳浮腫(死後変化)  
a: 死亡20分後CT b: 死亡9日前の生前CT  
死後CT(a)では、皮質灰白質濃度比は低下しているが、脳溝・脳室の大きさに変化はなく、脳の腫大は軽度である。

重要である。死後画像の経時的な所見が確立すれば、死後経過時間の推定に死後画像が活用されるようになるかもしれない。

## 2. 心肺蘇生術後変化

心肺停止状態で救急外来に搬送されるほとんどの症例に、心肺蘇生術が行われる。死後画像では、心肺蘇生術によって生じる血管内ガス<sup>14), 15), 32)</sup>、肋骨骨折<sup>36)</sup>がしばしば認められる(図1)。

## 3. 生体画像との比較

臨床では、以前の検査結果との比較は診断の基本である。しかし、死後画像を生前の画像と比較した研究は多くない。これは、海外の死後画像診断が、主に法医学領域の研究所で行われている<sup>3)~6), 27)</sup>ためと考えられる。一方、日本では、医療機関でAiが広く行われている<sup>37)</sup>ことから、同一個体で死後画像と生前の臨床情報を比較できる場合がある。石田らは、死後CTにおける甲状腺の濃度が生前と比較して低下すること<sup>38)</sup>、死後CTで見られる血液就下は生前の血中フィブリノーゲンの値に左右されること<sup>39)</sup>を報告している。

筆者らは、生前と死後の頭部CTを比較し、脳浮腫と頭蓋内の血液就下について検討した。Aiでは、臨床で経験する低酸素脳症とは異なり、死亡直後には皮質灰白質の濃度差が低下するが、脳の腫大は軽度であった<sup>40)</sup>(図3)。また、横静脈洞や上矢状静脈洞の濃度は、血液就下の影響により、生前と比較して

死後で上昇した<sup>31)</sup>。

頭蓋内血液就下の研究は、*AJR*誌に掲載された。厳しい査読を予想して投稿したが、査読者のコメントは、データの有用性を評価した好意的なものだった。同一個体の生前の情報は貴重な資料であり、世界に誇れる日本のAiの大きな財産である。

## Aiの診断能

### 1. 外傷

死後CTでは、ある程度の骨折や体内の気体の検出能は剖検よりも優れている<sup>17), 25)</sup>。損傷の検出能は、スライス厚を含めた撮影条件に大きく左右される。Christeらは、腹部外傷を対象としたスライス厚1.25mmのCTによる検討で、剖検で確認できたすべての骨折が検出されたとしている<sup>17)</sup>。Scholingらは、外傷症例で死後CTと剖検を比較したメタ解析を行い、死後CTの外傷性変化と剖検との一致率を85%と報告した。ただし、対象とした研究のCTの機種や撮影方法、検討部位がまちまちであることから、今後の大規模な前向き研究が望まれるとしている<sup>41)</sup>。

死後MRIは、脳や腹部臓器などの軟部組織の損傷や、筋肉内血腫の描出に優れている<sup>17)~19), 26)</sup>。ただし、MRIとCTを用いた肝損傷の検討では、MRIはCTと比較して感度で優れるものの(58%対53%)、特異度で劣る(46%対84%)とする報告もある<sup>17)</sup>。

## 2. 疾患

慢性疾患で治療されていた症例では、予想される死因と、死亡時画像診断・剖検結果に著しい解離が見られることは多くない<sup>1)</sup>。診察で死因を推定することが困難な救急搬送症例や、治療中に急死した症例では<sup>42)</sup>、死後CTにて、脳出血、クモ膜下出血、胸腔出血、心嚢血腫、腹腔出血、後腹膜血腫などの出血性疾患を主体に、約3割で死因が推定できる<sup>43), 44)</sup>。臨床情報の乏しい救急部門において、出血性疾患を診断できることの意義は大きい。

MRIは、軟部臓器の異常に鋭敏である<sup>26)</sup>。特に、死後CTでは診断できない心筋梗塞、肺塞栓症の診断が可能である<sup>3), 16), 24), 34)</sup>。心筋梗塞巣は、浮腫を反映してT2強調像で高信号を示すとされる。組織学的に異常所見を示さない超早期の梗塞巣が検出されることもあり<sup>16), 34)</sup>、症例によっては病理検査を凌駕する可能性がある。

## その他の診断技術

### 1. 死後CT血管造影(CTA)

Virtopsyグループは、体外循環装置を用いた遺体のCTAを積極的に行っている。この手法は血管障害の診断に有用であるが、遺体専用の造影装置を必要とする<sup>20), 21)</sup>。日本では、遺体に造影剤を静注し胸骨圧迫による心臓マッサージを行った後、大血管のCTAを撮影す