

## Image J を用いた内臓脂肪の CT 計測

橋本 勉\*, 稲元規峻, 寺田英史, 町田礼人

大阪青山大学健康科学部健康栄養学科

### CT measurement of visceral fat areas using image J

Tsutomu HASHIMOTO, Noritaka INAMOTO, Hidefumi TERADA, Ayato MACHIDA

Faculty of Health Science, Osaka Aoyama University

**Summary** We present a simple method for measurement of visceral fat areas, using a free softwear (Image J) for DICOM (digital imaging and communication in medicine) -formatted abdominal CT (computed tomography) images. As metabolic syndrome is suspected for obese persons with a visceral fat area more than 100 cm<sup>2</sup>, this method enables us an easy and inexpensive way to evaluate visceral fat areas for clients of nutrition guidance who already underwent abdominal CT.

**Keywords:** CT (computed tomography), MetS (metabolic syndrome), visceral fat, Image J, DICOM (Digital imaging and communication in medicine)  
CT、メタボリック症候群、内臓脂肪、Image J、DICOM

## 1. はじめに

肥満は、従来、体重の著しい増加あるいは脂肪組織の増加と捉えられてきた。平成7年から国民栄養調査、国民健康・栄養調査にBMI (body mass index [kg/m<sup>2</sup>]) による判定基準が導入され、平成10年以降、男女ともBMI=22を標準とし、18.5未満をやせ、18.5以上25.0未満を普通、25.0以上を肥満と判定している。

体脂肪率の測定は非常に煩雑であり、栄養学では上腕背部や肩甲骨下部の皮下脂肪厚の測定から体脂肪率を推定してきたが、日本肥満学会が2000年に発表した「新しい肥満の判定と肥満症の診断基準」に沿って、体脂肪率と最もよく相関することが知られているBMIによる判定基準を用いることとなった。この際に、BMI ≥ 25の肥満 (obesity) と、治療すべき肥満である肥満症 (obesity disease) とを明確に区別することが提言された (東京宣言)。その後、「肥満症治療ガイドライン2006」で、脂肪局在の違いにより、肥満症を内臓脂肪型と皮下脂肪型にわけ、脂肪細胞がアディ

ポサイトカインの産生・分泌異常を引き起こしていることから、内臓脂肪型を「脂肪細胞の質的異常による肥満症」と捉え、皮下脂肪型肥満を「脂肪細胞の量的異常による肥満症」として区別することが提案された。

これに先駆けて、2005年、日本肥満学会や日本内科学会など8学会の合同の診断基準検討委員会により、メタボリックシンドローム (以下、MetSと略す) の診断基準が作成された。MetSの基本的な考え方は、血糖や血圧、脂質などの単独の危険因子に注目するのではなく、軽度な高血糖、血圧高値、脂質異常であっても内臓脂肪の蓄積が原因となっている場合を心血管疾患のハイリスクと捉えることであり、早期の生活習慣の改善により体重と内臓脂肪を減少させ、動脈硬化のリスクを下げ、心血管イベントを予防することを目標としている<sup>1)</sup>。

CTによる内臓脂肪の計測について、1980年代から報告<sup>2-5)</sup>があり、基本的な評価法が確立されてきた。CT検査に伴う電離放射線被曝の正当化という観点から内臓脂肪のCT計測の適応は限定的で、他の目的で実施された腹部CTのデータを利用するか、被検者の

\*Email: t-hashimoto@osaka-aoyama.ac.jp  
〒562-8580 箕面市新稲2-11-1

同意を得た任意型の健康診断として行われることが多く、対策型検診に導入されることはなかった。

腹部 CT による面積測定は、通常、撮像機器 (CT スキャナー) に装備されているアプリケーションを使って計測され、医療施設外での利用は想定されていない。計測用ソフトウェアが市販されていて汎用パーソナルコンピュータで利用できるが、一般的ではない。

最近、CT 検査を受けた場合に、従来のプラスチックフィルムに代わって CD-R で画像が提供される機会が増えたので、デジタルデータとしても利用することができるようになった。CT 画像は医用画像として共通規格<sup>6)</sup>が定められていて、基本的に世界共通の DICOM (Digital imaging and communication in medicine) フォーマット<sup>7)</sup>で管理されている。

Image J は、アメリカ国立衛生研究所 (NIH : National Institute of Health) で開発されたフリーソフトウェアで、1980 年代後半に電気泳動のゲルのバンドを定量化するために開発された NIH Image に発し、当初 MacOS 上でのみ作動したが、90 年代後半に Java 言語を利用して Windows や Linux 上でも使用できるようになった<sup>8)</sup>。非常に多岐にわたる画像処理が可能で、DICOM を含む幅広い画像フォーマットに対応している。また、ピクセル値に閾値を設定することで CT 画像上で脂肪組織を抽出でき、ROI (region of interest) を設定すれば、その面積を計測できる<sup>9)</sup>。

医療施設外で腹部 CT 画像から内臓脂肪面積を計測するためのひとつの工夫として、フリーソフトウェアである Image J を用いたので報告する。

## 2. 方法

フリーの画像解析ソフトウェア「Image J」を使用して、腹部 CT のデータから内臓脂肪面積を計測する手順<sup>9)</sup>を示す。

- ① CD-R に記録・保存された腹部 CT 画像データを入手した。今回は、匿名化されたものを使用した。
- ② 汎用型のパーソナルコンピュータ (Windows 10) に Image J をダウンロード<sup>8)</sup>し、インストールした。ここでは、Image J 1.51K を用いた。
- ③ DICOM フォーマットで記録された CT 画像データを、Image J に取り込んだ。
- ④ 臍の位置での腹部 CT 画像 (図 1) を選択した。
- ⑤ 脂肪組織の選択に適した CT 値の範囲 (しきい値) を設定した。通常は、下限値 -500 ~ -200 HU

(Hounsfield Unit)、上限値 -100 ~ -30 HU の範囲を設定することで、脂肪組織を選択できる (図 2)。

- ⑥ 領域をフリーハンドで指定することもできるが、再現性に乏しく、作業が煩雑となるため、腹壁の位置を楕円状の枠で近似し、皮下脂肪と内臓脂肪の領域を分離した (図 3)。
- ⑦ 選択した脂肪組織の面積を計測した (図 4)。

## 3. 症例提示

典型的な内臓脂肪型の高度肥満者の腹部 CT を提示する。50 歳代男性 (体重 101 kg、身長 165 cm、BMI 37.1) 内臓脂肪面積 186 cm<sup>2</sup>。

CT 値から脂肪組織を抽出する方法の利点は、詳しい解剖学的知識と経験を必要とせず、半自動的に脂肪組織を拾い上げることができる点にある。

皮下脂肪と内臓脂肪を自動判別させることも行われているが、Image J 単独では不可能なので、楕円形で腹壁を近似し、切り抜いた。厳密には、腸腰筋周囲のわずかな脂肪が含まれ、腹腔外の脂肪組織を拾っていた。また、この例では、腸管内に多量の空気があり除外されているが、CT 値のみで腸管内と脂肪組織を判別できない場合を、しばしば経験した。

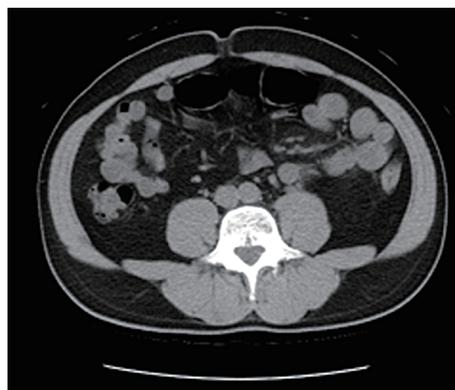


図 1 腹部 CT (臍の高さ)

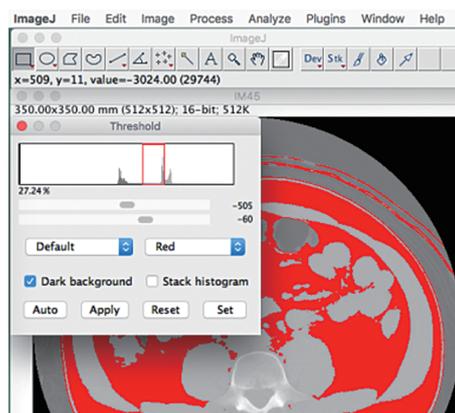


図 2 脂肪抽出 (しきい値を -505 ~ -60 HU に設定)

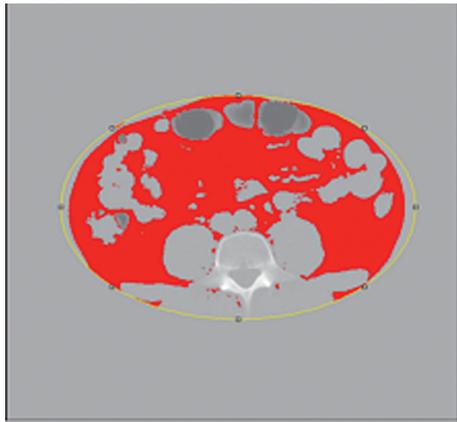


図3 内臓脂肪領域の分離(楕円形の枠で切り取り)

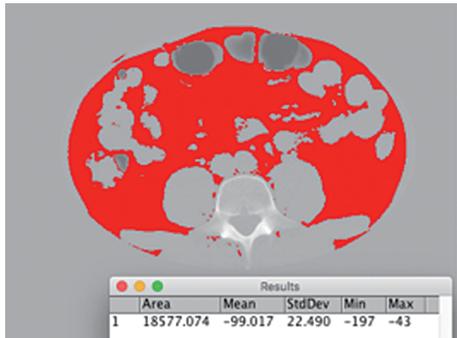


図4 面積測定(単位はmm<sup>2</sup>)

面積測定は、脂肪組織と判別されたピクセル数から計測されるため、拡大率や画像の歪みは誤差の原因とならない。

#### 4. 考察

伝統的な栄養学では肥満を脂肪組織の過剰と定義し、身体の組成を脂肪組織と除脂肪組織(lean body mass: LBM)に大別する2成分モデルに基づいて、全身の脂肪率を体密度測定法や体水分測定法によって評価した。これらの方法の欠点は、除脂肪組織の組成が一定ではなく、年齢や性別、個人により大きく変動することであった。また、脂肪組織の分布についても考慮されなかった。

肥満(obesity)は、過体重(overweight)と区別されることなく使われることがある。日本では体格指標のひとつであるbody mass index(BMI)に基づいて25以上を肥満と定義し、欧米ではBMI > 30を肥満とし、30 > BMI > 25をpreobeseとしている。日本肥満学会が2000年に発表した「新しい肥満の判定と肥満症の診断基準」で病的な肥満を疾患として扱うことが提唱され、肥満症(obesity disease)という疾患名が登場した。治療の対象とならない肥満(obesity)は過体重(overweight)であるが、preobese(30 > BMI > 25)を過体重とする記載も見受けられる。

「肥満症治療ガイドライン 2006」で、脂肪局在の違いにより、肥満症を内臓脂肪型と皮下脂肪型にわけることが提案された。これに先だって、メタボリックシンドローム(MetS)の診断基準が作成され、内臓脂肪型の肥満に、高血糖、脂質異常、血圧高値の3項目のうち2項目以上あれば、MetSと診断されることとなった。内臓脂肪型の肥満の診断について内臓脂肪面積が100 cm<sup>2</sup>以上と定義され「腹部CTで確認することが望ましい」とされたものの、実際にはウエスト周囲長が男性:85 cm以上、女性:90 cm以上を内臓脂肪面積100 cm<sup>2</sup>に相当するとして特定健康診査・特定保健指導が運用されている。考え方の基本は、この基準で選択された被検者が生活習慣改善指導を受け、体重・腹囲が減少すれば血糖や脂質、血圧などが改善する、ということである。わずか3%の体重減少でこの効果が確認されたことから、「肥満症診療ガイドライン 2016」で、体重減少の目標はまず3%減少と改められた<sup>1)</sup>。

欧米ではBMIが30を超える肥満者が3割を超えるが、我が国では約3%である。しかし、肥満が軽度であっても肥満に起因する疾患の有病率は欧米と差がないことから、内臓脂肪組織の蓄積によるアディポサイトカインの産生・分泌異常の関与が疑われている。いわゆる隠れ肥満の診断において、ウエスト周囲長が基準以下であっても内臓脂肪面積が100 cm<sup>2</sup>以上あることが少なくないので、適応を絞ったCTによる評価が有用と思われる。

CT画像は、ピクセルと呼ばれる画素から構成され、各ピクセルの持つCT値を空間座標により二次元に表示したものである。CT値は、物質を構成する原子番号と密度に依存する物理量であり、線減弱係数を元に定義され、画像の厚みを考慮したボクセル(各々の立方体)内の平均値として算出、または計測され、CTの開発者の名前に因むHU(Hounsfield Unit)を単位とした相対値で表示される。水のCT値は0 HUと定義され、主に密度が低いことを反映して脂肪のCT値は-50 ~ -100 HUと低い。脂肪肝では肝細胞内に中性脂肪が蓄積し、肝組織のCT値を部分的に低下させるが、皮下脂肪や内臓脂肪では組織の大部分が脂肪そのものから構成されるため、CT値の低い(例えば、-30 ~ -500HU)ピクセルを選択することで脂肪組織を抽出できる。

面積測定には種々の方法が用いられるが、不規則な輪郭を持つ領域の面積測定は容易ではない。フリーソフトウェアであるImage Jでは、DICOMフォーマット

ト<sup>7)</sup>に埋め込まれたピクセル毎の位置情報を利用できるため、画像の歪みや拡大率を考慮することなく、必要な領域を指定するだけで面積を測定できた。また、閾値を設定できるので脂肪組織の抽出も容易であった。

## 5. おわりに

体脂肪率は、皮下脂肪厚から計算する方法やインピーダンス測定により評価されるが、現時点では比較的誤差の多い測定法である。腹部超音波検査で腹壁の皮下脂肪の厚みを計測することは容易であるが、内臓脂肪を画像化することは難しい。内臓脂肪を評価するには CT または MRI (磁気共鳴画像) が適している。被曝という最大の欠点を除けば、画像の明快さから CT による計測が最も実用的である。栄養指導の際に、医療機関から CD-R で提供された腹部 CT のデータを利用して内臓脂肪を数値化して評価・説明することで、視覚的な説得力のある情報を提供できると思われた。

## 6. 謝辞

池田市民病院放射線科部長 藤田 典彦先生、並びに豊中市民病院放射線科部長 平吹 度夫先生に、内臓脂肪の面積測定を行う現場を見学させていただき、画像データの提供を受けたことを深謝します。

## 文献

- 1) 益崎 裕章, 島袋 充生. 肥満症とメタボリックシンドローム: 最近の知見と展望. 日本内科学会雑誌 2017, 106, 3, 477-483.
- 2) Tokunaga K, Matsuzawa Y, Ishikawa K, Tarui S. A novel technique for the determination of body fat by computed tomography. Int J Obes 1983, 7, 437-445.
- 3) 中村 正, 松沢佑次, 善積 透, 他. X線 CT 法. 日本臨牀 1995, 53, 209-214.
- 4) Tohru Yoshizumi, Tadashi Nakamura, Mitsukazu Yamane, Abdul Hasan M Waliul Islam, Masakazu Menju, Kouichi Yamasaki, Takeshi Arai, Kazuaki kotani, Tohru Funahashi, Shizuya Yamashita, Yuji Matsuzawa. Abdominal fat : Standardized technique for measurement at CT. Radiology 1999, 211, 283-286.
- 5) 善積 透. メタボリックシンドロームの診断と CT 腹部脂肪分布評価の関係について. 日放技学誌 2007, 63, 276-284.
- 6) 患者紹介等に付随する医用画像についての合意事項 <http://www.jami.jp/PDI/pdi3.pdf>
- 7) <http://www.jira-net.or.jp/dicom/>
- 8) <https://imagej.nih.gov/ij/download.html>
- 9) <http://tec.miyakyo-u.ac.jp/hoshi/imagej2014/index.html>