

## 科学研究費助成事業（学術研究助成基金助成金）研究成果報告書

平成25年5月20日現在

機関番号：17102

研究種目：若手研究（B）

研究期間：2011～2012

課題番号：23790724

研究課題名（和文） 測色値や解剖所見を用いた死後経過時間推定式の精度向上

研究課題名（英文） Improvement of the accuracy of postmortem interval estimation equation using autopsy findings and spectrophotometric values

研究代表者

臼元 洋介（USUMOTO YOSUKE）

九州大学・医学研究院・助教

研究者番号：50596822

研究成果の概要（和文）：法医学において死後経過時間の推定は重要であり、死斑や硬直、体温など様々な死体現象を用いて検討されてきた。今回、主に臓器重量について死後経過時間との関連性を検討した。解剖所見などから臓器重量を推定する予測式を作成した。死後経過時間を考慮すると、推定式の精度は向上した。一方、死後経過時間を、臓器重量などを用いて推定する予測式の精度は低く、今後も検討が必要である。

研究成果の概要（英文）：Estimation of postmortem interval (PMI) is one of the most important matter for forensic medicine. Postmortem phenomena such as postmortem lividity, rigor mortis, and body temperature and so on are used to estimate the PMI. We studied on the relationship between organ weights and PMI. We proposed an equation for calculating the organ weights using several autopsy findings and so on. When we take into consideration the PMI, the accuracy of the equation was improved. However, the accuracy of the equation for calculating the PMI using organ weights and some autopsy findings was low to use in practice, so further study is needed.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
交付決定額	3,300,000	990,000	4,290,000

研究分野：医歯薬学

科研費の分科・細目：社会医学 法医学

キーワード：autopsy、postmortem interval、spectrophotometer、organ weight、image analysis

## 1. 研究開始当初の背景

法医鑑定において死後経過時間の推定は重要である。これまで様々な死体現象を利用して死後経過時間の推定が行われてきたが、いずれも正確、客観的とは言い難い。死斑は死後硬直、体温冷却などとともに早期死体現象の一つであり、死後経過時間や死因の推定に利用されてきた。しかし死斑の色の見え方、表現方法は主観的なものであるため観察者によって異なり、また色を表現する言葉から

想起する色も人によって異なる。そのため死斑の色を客観的に評価、記載、伝達するためには、正確で標準化された方法に基づいた色の測定が必要である。我々は自施設の剖検例において、コニカミノルタ製分光測色計 CM-2600d および色彩管理ソフトウェア SpectraMagic® NX Basic を用いて死斑の色を測定し検討を行った。その結果、申請者は、死後経過時間と L\*、a\*、b\*等の表色項目との間に関連性を見出し、測色値と解剖所

見による死後経過時間の推定式の作成に初めて成功した。この方法により、死後 12 時間を越えると 1 日単位での推定しかできなかったものが、±5 時間の精度で具体的な数値で推定可能となった。また、申請者は、胸水の電解質濃度を測定し、溺死では死後経過時間とともにカリウムイオンとタンパク濃度が上昇することを報告した。この解析の過程で、検査値や臓器重量が死後経過時間と関連する可能性について解析する着想を得た。

## 2. 研究の目的

本研究では、継続して死斑の測色を行う。測色例の蓄積により、より精度の高い推定式が作成できると考えられる。また、推定式に加わった因子は皮膚の色に影響を与える因子と考えられたため、皮膚の色に影響を与える可能性がある他の要素(血液の色やヘモグロビン濃度、環境温など)を検討していく過程で、さらに正確な死後経過時間の推定が可能になると考えられる。

また、血中アルコール濃度や腐敗アミン、薬物などの検査値や臓器重量について死後経過時間との関連性を検討する。生体と異なり、死体では死後の乾燥、腐敗が進み、環境温などの影響を受けるが、この進行程度は死後経過時間に相関する部分もあると考えられる。この進行程度を数値化することによって、死後経過時間との関連性を検討する。臓器重量は個体差が大きいですが、心臓や肝臓、脾臓は身長に比較的相関するという報告もある。身長、体重だけでなく臓器間の比なども検討し、個人間のばらつきを抑え、死後経過時間との関連性について検討を行う。

病理組織学的検査について、画像の情報を数値化することで客観的に診断に応用しようとした報告が幾つかある。核や細胞、組織構造は、死後経過時間とともに変化していくが、本研究ではこの変化の程度を死後経過時間の推定に利用する。画像所見の変化・情報を、ソフトウェアを用いて数値化することで、死後経過時間との関連性について検討を行う。

最終的に、測色値と解剖所見、臓器重量を用いた死後経過時間の推定式を作成する。検査値や臓器重量単独では死後経過時間と関連が認められなかったとしても、測色値と同時に検討を行えば、死後経過時間の推定に応用できる可能性がある。

## 3. 研究の方法

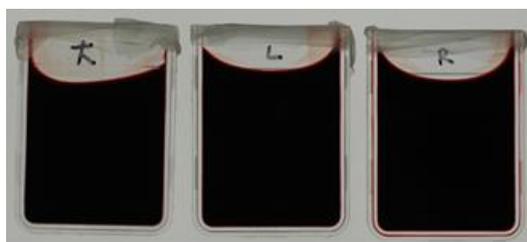
(1) 死斑の測色、血中アルコール濃度や薬物、病理組織等の検査、臓器重量の測定

自施設での剖検例について、死斑の測色、血中アルコール濃度や薬物、病理組織等の検査、臓器重量の測定を行う。死後経過時間との関連については、データを匿名化した上で検討を行う。

死斑の測色について、測色計 CM-2600d(コニカミノルタ、東京、日本)を用いて胸部、腹部、背部、腰部、臀部、上肢と下肢の前後面の中から1~8カ所を測色し、死斑のない部位を対照とする。死斑の色は元々の皮膚の色に影響を受けると考えられるため、対照も測色を行う。表色系はL\*a\*b\*表色系を使用する。各々の測色部位を2回ずつ測色し、平均値を用いる。剖検例毎に対照の平均値、死斑の平均値を算出し、この平均値を使用して検討を行う。測色計の開口部の直径は3mm(皮膚と面する部分)で光源はD65を使用する。測色計は測色前に毎回調整し、皮膚との接触は最小限の圧迫で行う。

死後経過時間との関係について、ステップワイズ法を用いて死後経過時間を推定する式を作成する。今までに検討した年齢、性別、死因、CO 暴露の有無、死後寒冷暴露の有無、心臓内の凝血の有無、大量失血か否か、死後経過時間、蘇生術施行の有無等の項目の他に、血液の色やヘモグロビン濃度、環境温、血中アルコール濃度、薬物摂取の有無等の項目が死後経過時間の推定式の精度向上につながるか検討を行う。

血液の色については、プラスチックセルを用いて測色を行う。



血中アルコール濃度や薬物等の検査は通常の鑑定業務であり、アルコールはGCによる定量、薬物はGC/MS およびLC-MS/MSによるスクリーニングと定量を行う。

病理組織学的検査も、通常の鑑定業務である。諸臓器について、デジタルカメラを用いて40~400倍の倍率で写真を撮影し、これらの写真を画像処理し、核、細胞、組織構造の情報の数値化を行う。この数値と死後経過時間との関連性を検討する。また、この数値化の方法についても適宜検討を行う。

(2) 血中アルコール濃度等の検査値と臓器重量と死後経過時間との関係

プロスペクティブのみでなく、レトロスペクティブに、九州大学大学院医学研究院法医学分野の過去の解剖事例のデータを整理し

検討を行う。死後経過時間をはじめ、年齢、性別、死因、身長、体重、CO 暴露の有無、死後寒冷暴露の有無、心臓内の凝血の有無、大量失血か否か、環境温、血中アルコール濃度、薬物摂取の有無等の項目を抽出し、これらの因子が死後経過時間と臓器重量の関係にあたる影響を検討する。

(3) 測色値と臓器重量による死後経過時間の推定

(1) および(2) で得られた知見を元に、測色値と検査値、臓器重量による、より精度の高い死後経過時間の推定式を作成する。

(4) 測色値と臓器重量に影響を与える因子について

平成 24 年度以降、(1)～(3) で判明した死後経過時間と測色値、検査値、臓器重量の関係に影響を与える解剖所見について、それらの因子がなぜ関連するのか観察を続け、研究結果を法医実務へ還元していく。

#### 4. 研究成果

死後経過時間と以下の項目について検討を行った。

(1) 測色について

死斑と血液の色を客観的に評価、保存するために、測色計を用いて計測を行った。平成 23 年度から平成 24 年度に、96 例の死斑および 107 例の血液の測色を行い、いずれかの測色を行ったのは 125 例であった。測色は L\*a\*b\*系を用いて行い、測色値や解剖所見による死後経過時間推定式を変数増減によるステップワイズ法を用いて作成した。

結果、

推定死後経過時間 =  $9.36 \pm 5.97 \times$  寒冷ありなし  $\pm 7.66 \times$  蘇生ありなし  $+ 2.75 \times$  死斑 a\* であり、自由度調整 R2 乗は 0.51 であった(図 1)。推定精度の向上のため、説明変数の検討と事例の蓄積が必要である。

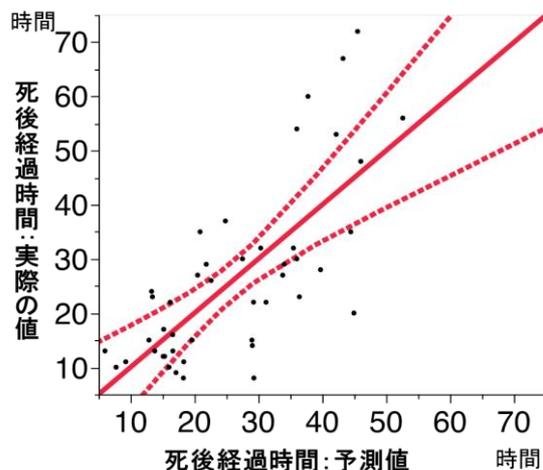


図 1 死後経過時間の予測と実際の値。赤の実線が予測式、赤の破線が 95%信頼区間。

(2) 臓器重量について

当教室で過去に行った解剖例のうち、臓器重量が測定可能、推定される死後経過時間に大きな幅がない例等 391 例について、以下の検討を行った。まず、臓器重量は概ね  $\log(\text{BSA})$  と高い相関を示した(自由度調整 R2 乗 = 0.7~0.9)。性別、 $\log(\text{年齢})$ 、 $\log(\text{BSA})$  を用いて臓器重量を推定する式を作成したところ、自由度調整 R2 乗は 0.7~0.9 とよい相関を示した(図 2)。

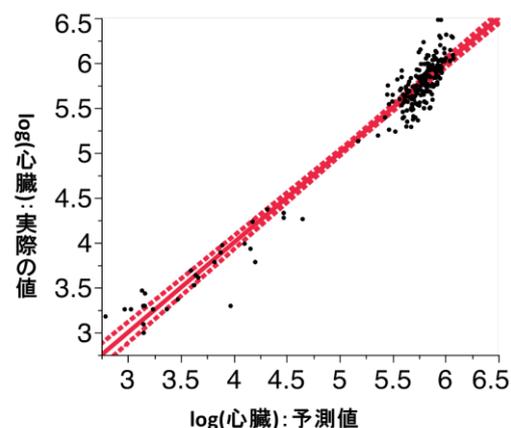


図 2  $\log(\text{心臓})$  を性別、 $\log(\text{年齢})$ 、 $\log(\text{BSA})$  で予測した。自由度調整 R2 乗は 0.95。赤の実線が予測式、赤の破線が 95%信頼区間。

さらに死後経過時間を説明変数として追加したところ、わずかながら精度が上昇した。死後経過時間を臓器重量で推定する式を作成したが、自由度調整 R2 乗が 0.267 と実用的とはいえない結果となった(図 3)。今後さらなる検討が必要である。

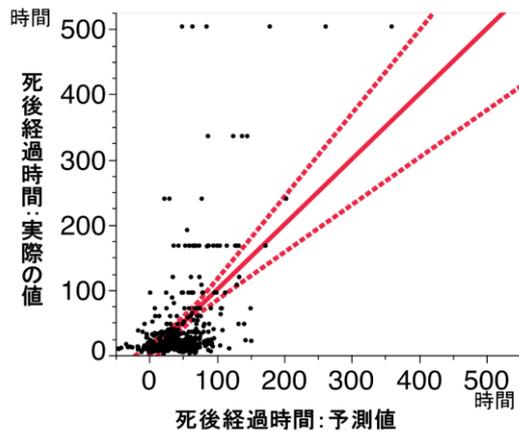


図 3 死後経過時間を臓器重量で推定した。  
赤の実線が予測式、赤の破線が 95%信頼区間。

(3) 病理組織学的データについて

画像の蓄積を行い、蓄積した画像に対して読み込み、学習を行うプログラムについて検討を行ったが、若干の知見は得たものの、実務に応用できるレベルにまでは達しなかったことから、今後も画像の蓄積およびプログラムの検討が必要である

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[学会発表] (計 1 件)

大村和充, 臼元洋介, 佐藤和雄, 鮫島直美, 辻 彰子, 池田典昭: “臓器重量についての検討-第 1 報-” 第 62 回日本法医学会学術九州地方集会. (20121013). 熊本

6. 研究組織

(1) 研究代表者

臼元 洋介 (USUMOTO YOSUKE)  
九州大学・大学院医学研究院・助教  
研究者番号: 5 0 5 9 6 8 2 2

(2) 研究分担者

( )

研究者番号:

(3) 連携研究者

( )

研究者番号: