

2018年10月1日

東北大学大学院医学系研究科
東北大学災害科学国際研究所

i-STrap 法：微量の血液から被ばく線量の推定が可能に
被ばく線量が多いと血中の抗酸化能が低下する

【発表のポイント】

- 被ばく線量が多くなると血中の抗酸化能^{注1}が低下する現象を発見した。
- わずか 100 μ L の血液から抗酸化能を i-STrap 法^{注2}により測定することができた。
- 放射線事故災害時のトリアージ^{注3}において被ばく線量推定ができる可能性が示された。

【研究概要】

東北大学災害科学国際研究所災害放射線医学分野の稲葉洋平（いなば ようへい）助教および千田浩一（ちだ こういち）教授（医学系研究科放射線検査分野）、産業医科大学の盛武敬准教授ら、筑波大学の孫略研究員ら、九州保健福祉大学の佐藤圭創教授、筑波技術大学の平山暁教授の共同研究グループは、被ばく線量が多くなると血中の抗酸化能が低下する現象を発見しました。本研究によって、被ばく線量計を所持していない場合でも、大規模放射線事故災害時の被ばく線量を推定できる可能性が示唆されました。今後、放射線災害等におけるトリアージや健康被害の評価に貢献することが期待されます。

本研究結果は、2018年5月、英科学誌 *Scientific Reports* 誌（電子版）に掲載されました。

【研究内容】

原子力災害や放射線事故災害は、一度発生すると放射線被ばくなど非常に大きな社会的影響を与えます。放射線被ばくでは線量計等で被ばく線量を測定しますが、一般市民が被ばくしてしまうような大規模な放射線事故災害時では、ほとんどの市民は線量計を持っていないため、何らかの方法で被ばく線量を推定することが必要となります。これは、被ばく者の治療計画の立案と予後の予測、緊急医療措置のためのトリアージ(患者の振り分け)を行う際の判断材料となります。また、線量推定を実施することで、被ばくしていない人々の不安解消にも繋がると考えられます。被ばく線量の推定には、医師による診断や染色体検査など、いくつかの既存の方法があります。しかし、臨床症状による推定では個人差が非常に大きくなり、染色体検査には被験者からの細胞培養と検査者の熟練の技術が必要です。また、トリアージでは、0.5-1 Gyの被ばくの有無を見分ける感度が必要とされています。このような背景において、精度・感度と迅速性・簡便性を合わせもつ推定法の開発が必要とされていました。

放射線の影響は抗酸化能と深く関係すると考えられています。そこで、東北大学の稲葉洋平助教および千田浩一教授、産業医科大学の盛武敬准教授ら、筑波大学の孫略研究員ら、九州保健福祉大学の佐藤圭創教授、筑波技術大学の平山暁教授の共同研究グループは、マウスをモデルに被ばくによる抗酸化能の変化を解析し、放射線事故災害時のヒトにおける被ばく線量推定や健康被害の評価法として確立することを目指していました。

抗酸化能の指標として、当研究グループが開発した独自技術である i-STrap 法によって、血液中の脂質ラジカル消去能を測定しました(図 1)。i-STrap 法は、全血の抗酸化能をわずか 100 μ L の血液で測定できる画期的な方法です。マウスに異なる線量(0.5, 1, 2 および 3 Gy)の放射線を照射し、その直後から 50 日後まで、経時的に採血をして i-STrap 法により抗酸化能を測定しました(図 2)。ESR^{註4}の信号が大きくなるほど、抗酸化能が低いということを示します。0.5 Gy と 1 Gy では照射 2 日後まで抗酸化能が下がり、1 週間後まで低い状態が続いた後、24 日目までには、ほとんど照射前の値まで戻ります。2 Gy と 3 Gy では照射後 7 日~10 日をピークに抗酸化能が下がり、少なくとも 24 日目まで統計的に有意に低い状態が続きます。このことは、血中の抗酸化能を測定することで事後に被ばく線量を推定できるということを示しています。

今後は、マウスにおける抗酸化能が低下するメカニズムの解明、そして、ヒトにおける生活習慣、年齢、性別などの個人差による影響の調査を進め、さらに、より高感度・高精度・簡便・迅速な手法の開発を目指す予定です。本研究によって、被ばく線量計を所持していない場合でも、大規模放射線事故災害時の被ばく線量推定ができる可能性が示唆されました。今後、放射線災害等におけるトリアージや健康被害の評価に貢献することが期待されます。

本研究の一部は、東北大学災害研の特定プロジェクト研究および災害研共同研究助成、厚労科研費(number 150803-02)の支援により行われました。

また、本研究の成果の一部は特許出願されています。(特願 2017-30440、特開 2018-136192)

【用語説明】

- 注1. 抗酸化能:ラジカルや過酸化水素といった、体内で生体物質を傷害する有害な活性酸素種を消去する能力。
- 注2. i-Strap 法:既知量のラジカルを血液サンプルに添加した後、サンプル内で残ったラジカルの量を測定することで、抗酸化能を評価する方法(同仁化学研究所)。電子スピン共鳴法^{注4}(ESR 後述)という手法で測定する。ESRの信号が大きくなるほど、抗酸化能は低いということになる。
- 注3. トリアージ:患者の重症度に基づいて、治療の優先度を決定して選別を行うこと。医療体制・設備を考慮しつつ、傷病者の重症度と緊急度によって分別し、治療や搬送先の順位を決定する。
- 注4. 電子スピン共鳴法(ESR、Electron Spin Resonance):フリーラジカルの検出にも用いられる方法。強い磁場の元では試料中の、二重結合(不対電子)を持つ脂質ラジカルは、ある特定の周波数のマイクロ波を吸収すると、共鳴現象により強い信号を出す。その信号の大きさを測定することでラジカル量を測定できる。

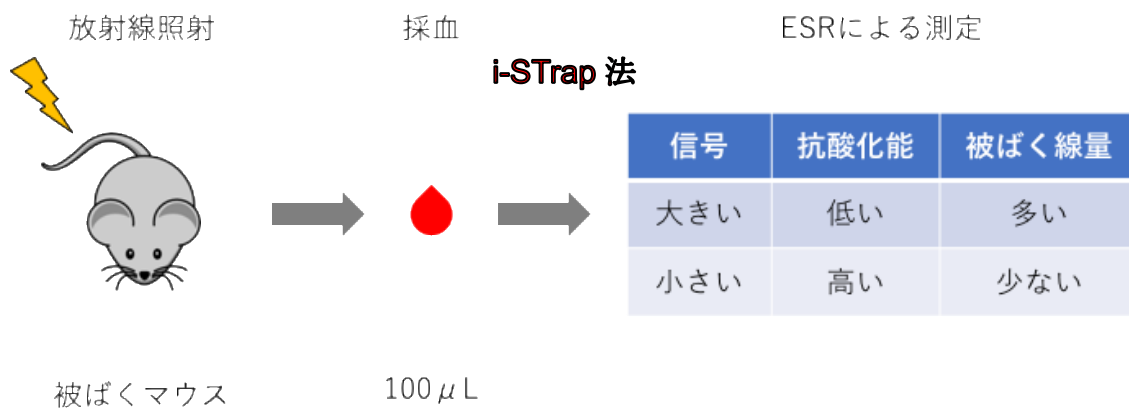


図1. i-Strap 法による抗酸化能の測定。

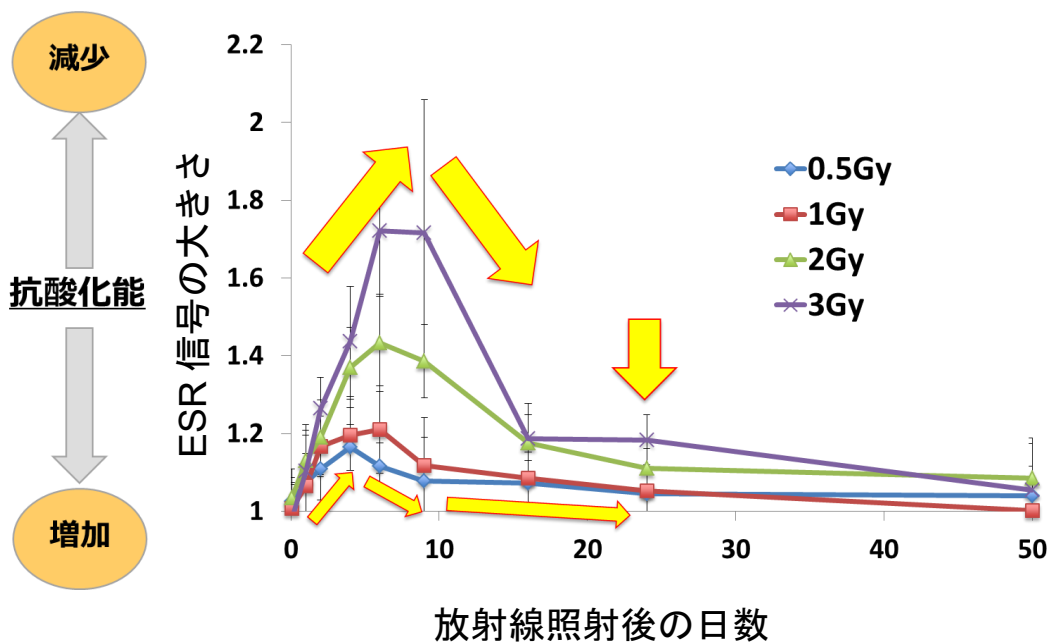


図2. 被ばくマウスの抗酸化能の経時変化。ESR 信号(縦軸が高いほど抗酸化能が低いことを示す)。

【論文題目】

English Title: Dose-dependent decrease in anti-oxidant capacity of whole blood after irradiation: A novel potential marker for biodosimetry.

Authors: Sun L, Inaba Y, Sato K, Hirayama A, Tsuboi K, Okazaki R, Chida K, Moritake T.

日本語タイトル:「血液抗酸化能を指標とした放射線被ばく線量の推定」

著者名:孫略、稲葉洋平、佐藤圭創、平山暁、坪井康次、岡崎龍史、千田浩一、盛武敬

掲載誌名: Sci Rep. 2018 May 9;8(1):7425. doi: 10.1038/s41598-018-25650-y.

【お問い合わせ先】

(研究に関すること)

東北大学大学院医学系研究科放射線検査学分野
(災害科学国際研究所災害放射線医学分野)

教授 千田 浩一(ちだ こういち)

助教 稲葉 洋平(いなば ようへい)

電話番号: 022-717-7943

Eメール: chida@med.tohoku.ac.jp

(報道に関すること)

東北大学大学院医学系研究科・医学部広報室

電話番号: 022-717-7891

FAX 番号: 022-717-8187

Eメール: pr-office@med.tohoku.ac.jp