

II. 分担研究報告

表1 人的支援を想定している災害時の栄養・食生活支援活動と人的支援に関する協定の締結状況

問1	災害時の栄養・食生活支援活動				人的支援に関する協定の締結状況		
	人数 %	炊き出し	巡回栄養相談	被災者の健康・食生活調査	普通の食事ができない人への個別支援	左の団体と人的支援に関する協定を締結している	現在協定締結を検討中
人的支援ができる人材・団体							
①自衛隊	433 48.0	6 0.7	4 0.4	11 1.2	7 0.8	29 3.2	520 57.6
②管内行政栄養士	67 7.4	258 28.6	189 21.0	110 12.2	5 0.6	30 3.3	448 49.7
③ボランティア団体	346 38.4	37 4.1	67 7.4	108 12.0	4 0.4	41 4.5	483 53.5
④食生活改善推進員協議会	208 23.1	35 3.9	73 8.1	41 4.5	2 0.2	37 4.1	448 49.7
⑤調理師会	49 5.4	4 0.4	3 0.3	12 1.3	0 0.0	12 1.3	384 42.6
⑥栄養士養成施設	11 1.2	22 2.4	25 2.8	7 0.8	2 0.2	5 0.6	384 42.6
⑦県栄養士会	39 4.3	130 14.4	94 10.4	63 7.0	1 0.1	25 2.8	407 45.1
⑧日赤支援団	432 47.9	35 3.9	58 6.4	63 7.0	9 1.0	47 5.2	510 56.5
⑨消防女性部	157 17.4	3 0.3	17 1.9	22 2.4	1 0.1	12 1.3	429 47.6
⑩社会福祉協議会	257 28.5	43 4.8	83 9.2	174 19.3	22 2.4	59 6.5	447 49.6
⑪婦人会	338 37.5	8 0.9	26 2.9	41 4.5	7 0.8	34 3.8	467 51.8

N=902。「災害時の栄養・食生活支援活動」は複数回答。「人的支援に関する協定の締結状況」は選択肢だが、無回答があるため、合計が100%にならない。

被災者の栄養状態に影響する要因と必要な栄養学的配慮

須藤紀子、澤口真規子、吉池信男

国立保健医療科学院、岩手県奥州保健所、青森県立保健大学

和文要旨

災害時の栄養・食生活支援活動の参考となるように、被災者の栄養リスクについての知見をまとめた。被災のようなライフイベント発生時には、ストレスによる食欲低下とともに、食事やその準備にかけられる時間の減少、調理意欲の低下によって、食事摂取量が減少する。しかし、時間や調理意欲の無さに、ファーストフードやインスタント食品を選択することによって対応するとエネルギー摂取量は増加する。ストレスが慢性化すると、ストレスからの回復を目指して食欲は増進する。ストレス対処行動として菓子類の摂取が増加するので、摂り過ぎに注意が必要である。ストレス負荷時は脳のエネルギー源となる糖質と必須アミノ酸を含む良質なタンパク質を十分に摂取する必要がある。微量栄養素では、生鮮食品を含む多様な食品を摂取することで、ビタミンB₁、ビタミンB₆、ビタミンCを確保する。特に平常時から不足しがちな鉄とカルシウムには注意が必要である。

和文キーワード

災害時の栄養・食生活支援、被災者の栄養状態、被災時の栄養リスク、ストレスによる食事摂取量の変化、ストレス負荷時に必要となる栄養素

英文要旨

This paper summarizes the nutritional risks that arise during emergencies. This information should be helpful to public health nutrition workers when providing support to the victims of natural disasters. When a life-changing event such as a natural disaster occurs, food intake decreases because of stress-induced loss of appetite, lack of time for meal preparation and eating, and reduced willingness to cook. However, if victims compensate for the shortage of time and unwillingness to cook by consuming fast food or instant food, their energy intake will increase. Under chronic stress, their appetite will increase to enable the victims to recover from the stress. Special attention should be paid to the increased consumption of sweets as a stress-coping behavior. It is necessary to supply energy to the brain through sufficient consumption of carbohydrates and proteins that have high amino acid scores. Additionally, the vitamins B₁, B₆, and C should be ingested by consuming a variety of fresh foods. Adequate intakes of iron and calcium are particularly important, since deficiencies of these minerals are observed even under normal circumstances.

英文キーワード

Public Health Nutrition Activities to Support Victims of Natural Disasters
Nutritional Condition of Emergency-Affected Populations
Nutritional Risks in Emergencies
Stress-Induced Changes in Food Intake
Nutrients Required under Stressful Conditions

I. はじめに

災害時の栄養・食生活支援は、被災者の栄養状態を改善もしくは良好に保ち、健康状態を維持することを目的としている（図1①）。被災者の栄養状態に影響する要因として、まず被災前の栄養状態があげられる（図1②）。わが国の場合、高齢者の一部にみられる低栄養や、若年女性のやせなどを除いて、タンパク質エネルギー栄養状態に不足はみられない。しかし、国際機関が策定している非常時の栄養マニュアルは開発途上国での援助活動を想定している場合が多いため、被災者によくみられる栄養問題もタンパク質・エネルギー栄養失調（Protein Energy Malnutrition; PEM）や微量栄養素欠乏など、もともと開発途上国に特徴的なものが多くあげられている¹⁾。わが国における栄養・食生活支援活動の参考となるように、ふだん栄養状態の良い集団（previously well-nourished population）の被災時の栄養リスクについての知見もまとめる必要がある。本稿では、被災時の栄養リスクのなかでも、特にストレスによる食事摂取量の変化とストレス負荷時に特に必要となる栄養素について解説する。

II. ストレスによる食事摂取量の変化

被災時の食事は、食品の流通やライフラインが復旧し、調理ができるようになるまで、分配食料に依存するため、その内容が被災者の栄養状態に大きな影響を及ぼす（図1③）。しかし、たとえ分配食料に栄養学的配慮がなされていたとしても、被災者がそれを十分に摂取しなければ、栄養状態は悪化する（図1④）。被災による不安や恐怖などの心理的ストレスによって嗜好や食行動が変化し、食事摂取量が増加もしくは減少する可能性が考えられる（図1⑤）。ラットでは拘束ストレスによって摂食量が減少することが知られているが、ヒトでは精神的ストレスが加わると、ストレスの種類や強さにより、食事摂取量は減少、増加あるいは不変とさまざまな反応を示す²⁾。ストレスの主要な伝達・反応経路は、自律神経（交感神経）系と視床下部—下垂体—副腎皮質系に大別されるが、急性ストレスの場合は前者、慢性ストレスの場合は後者の経路で伝達される³⁾。急性ストレスにさらされると、交感神経が刺激され、交感神経末端からノルアドレナリンが分泌される。ノルアドレナリンは摂食の引き金となる視床下部外側野の摂食中枢のブドウ糖感受性ニューロンの活動を抑制する⁴⁾。この機構がストレス刺激による食欲不振の神経生理学的な説明とされている。同時に副腎髄質からはノルアドレナリンとアドレナリンが分泌され、交感神経の作用を増強する。その結果、血圧上昇、瞳孔拡大、発汗、立毛、呼吸促進などが起こり、

II. 分担研究報告

身体は臨戦態勢となる。このような状態では食欲は抑えられ、食事摂取量も減少する。一方、慢性的なストレス刺激は、まず脳の視床下部に伝達され、副腎皮質刺激ホルモン放出因子 (corticotropin-releasing hormone; CRH) の分泌をうながす。CRH は脳下垂体前葉に作用し、副腎皮質刺激ホルモン (adrenocorticotrophic hormone; ACTH) を分泌させる。ACTH によって最終的に副腎皮質からコルチゾールが分泌される。コルチゾールはストレスホルモンともよばれ、ストレスがかかったときに分泌されるため、ストレス負荷の生化学的指標としても用いられる。コルチゾールにはストレスからの回復を目指して食欲を増進する働きがあるため、食事摂取量は増加する⁵⁾。このように、ストレスの種類によっても食事摂取量は異なってくる。図2の「内分泌系」の部分には、以上のことを簡略化して示した。

一方、Macht は、ストレスの強さによって食事摂取量の変化の仕方が異なり、強いストレス下では、食欲は抑えられ、食事摂取量は減少するが、それ以外の場合は増加している⁶⁾。この増加は、普段ダイエットなどで食事制限している者や、感情的な摂食をおこなう傾向がある者にみられる。ストレスによって食事量の制御ができなくなったり、ストレスによって生じる感情の変化を摂食によってコントロールしようとするために食事摂取量が増加する(図2①)。後者のようなストレス対処行動としての食事では、とくに甘いものや^{7,8)}、脂肪分やエネルギー密度の高い食品⁹⁾が摂取される傾向がある。援助食料のなかには大量の菓子類が含まれ¹⁰⁾、被災者側もストレスのなかで、甘いものや嗜好品を欲しがると考えられるが、分配には注意が必要である。新潟県中越沖地震では、出しっぱなしにしておくことと取り放題になるため、おやつ時間を決めて貼り紙をし、調整をおこなっていたが¹¹⁾、保健所や被災市町村の栄養士によるこのような食生活の管理は重要である。

このほか、ストレスとは別に時間的な要因も影響する。ストレスをもたらすようなライフイベントが発生すると、平常時に比べ、食品の購入・調理・食事にかかる時間は減少する(図2②)¹²⁾。ライフイベントとは生活の変化を余儀なくされる出来事であり、配偶者の死、けがや病気、転職、多額の借金、被災などである。このような出来事が生じたときは変化への適応に追われ、のんびりと料理や食事に時間をかけられることはまれである。食事摂取量は食事時間の長さに正比例するため¹³⁾、ライフイベント発生時には食事摂取量は減少することが予想される。このとき、エネルギー密度の高いファーストフードやコンビニ食品を選択することによって時間の無さに対処すると、エネルギー摂取量は増加

することとなる (図2 ③)。

時間的要因以外にも、震災などの自然災害の場合は、ガス・水道・電気などのライフラインや調理設備が途絶・損壊し、調理環境に影響を及ぼす。新潟県中越大地震の被災者には、インスタント食品やレトルト食品の摂取頻度の増加がみられたが¹⁴⁾、調理環境が整わないことや被災によるショックで調理意欲が低下したためと考えられる (図2 ④)。

III. ストレス負荷時に必要となる栄養素

食事摂取量が適切であるかの評価は、必要量との比較によってなされる (図1 ⑥)。人体は恒常性が保たれているが、前述したようなストレスによる内分泌の変化はみとめられる。また、被災時には疾病の悪化が多く報告されるが、罹患時は健常時に比べ、栄養必要量が増加する。このような被災時の栄養評価や食事計画は何に基づいてなされるべきであろうか。世界保健機関 (World Health Organization; WHO) は被災者 (emergency-affected population) のためのエネルギー、タンパク質、微量栄養素の必要量を示している¹⁵⁾。エネルギーとタンパク質必要量については開発途上国用と先進工業国用の二種類が示されているが、これは単に人口構成を変えてあるだけで、被災前の栄養状態の違いを反映させたものではない。また、基となっている必要量の算出にも被災による生理学的もしくは行動学的変化という要素は加味されていない。通常使用されている食事摂取基準でさえも限られた研究結果を外挿して策定しているのが現状である。ヒトに被災ストレスを負荷し、出納実験をおこなって栄養必要量を推定するのは不可能である。そこで、生化学的なレベルからストレス負荷時に摂取が推奨される栄養素について考えてみる。

前述したように、ストレス反応には脳-神経系が深く関与しているが、脳と神経系は糖質のみをエネルギー源とする。脳の重量は体重の2%しか占めないが、安静時のエネルギー消費量は約20%と高率である¹⁶⁾。しかし、脳のブドウ糖貯蔵量は少なく、基礎代謝時の消費においても10~15分で枯渇してしまう量である。ストレス負荷時には十分な量の糖質を供給することが重要である。

糖質の摂取が不十分な場合、体内では必要なエネルギーを供給するために、タンパク質を分解してブドウ糖をつくりだす。この働きをするのがストレス負荷時に分泌されるノルアドレナリン、アドレナリンなどのカテコールアミンやコルチゾールなどの異化ホルモンである¹⁷⁾。異化ホルモンの作用によって血糖値が上がり、身体や脳にエネルギーが供給され、ストレスと闘う、もしくはストレスから逃げるのが可能な状態となる。しかし、糖

II. 分担研究報告

質やタンパク質の摂取が十分でなく、これらのホルモンが長期間にわたり分泌されつづけると、体内のタンパク質分解が亢進し、免疫力の低下を招く。このように、ストレス下ではタンパク質代謝が変化し、必要量が増加する。よって、タンパク質を十分に摂取することは、ストレスによる消耗を補い、身体を構成するタンパク質や免疫力を維持するためにも重要である。

また、タンパク質の構成成分であるアミノ酸は、アドレナリン、セロトニン、ギャバ(γ-アミノ酪酸)などの神経伝達物質の原料となる。これらの神経伝達物質は、ストレスと闘うやる気を起こしたり、感情を制御して精神を安定させたりする作用をもつもので、ストレスから身を守るために重要な物質である。なかでもセロトニンは他の神経伝達物質とは異なり、必須アミノ酸であるトリプトファンがないと合成されない¹⁵⁾。トリプトファンは慢性ストレスにさらされると枯渇しやすいため、ストレス負荷時にはトリプトファンを多く含む食品を摂取する必要がある。

しかし、トリプトファンだけを十分に摂取していても、糖質が不足すると、トリプトファンは脳-血管関門をスムーズに通過できず、セロトニンを十分に合成できなくなる。糖質を含む食事を摂取すると、血糖値が上昇し、血糖値を下げるホルモンであるインスリンが分泌される。インスリンにはチロシン、フェニルアラニン、ロイシン、イソロイシンといった大きな側鎖をもつ中性アミノ酸 (large neutral amino acids; LNAA) を筋肉中に取り込む作用がある¹⁶⁾。一方で、トリプトファンは細胞中には取り込まれず、血中アルブミンと結合したまま、血液中にとどまる。トリプトファンと LNAA は脳-血管関門を通過する際に必要なアミノ酸輸送体をめぐって競合するため、血清 LNAA の割合が低いとトリプトファンの脳への輸送と脳内でのセロトニンの合成がスムーズになる。したがって、糖質を十分に摂取することは、脳にエネルギーを供給するだけでなく、ストレスへの応答に必要な神経伝達物質を合成するためにも重要である。

IV. 避難生活で起こしやすい微量栄養素欠乏

糖質、タンパク質といった主栄養素だけでなく、ビタミン、ミネラルといった微量栄養素も生体内化学反応の酵素の補因子として重要である。例えば、いくら糖質を摂取しても、ビタミン B₁ がなければブドウ糖を酸化してエネルギーに変換することができない。また、ビタミン B₁ と神経との関係は、その欠乏症をみればわかる。ビタミン B₁ の欠乏が主因となる疾患は脚気とウェルニッケ脳症で、両者とも神経障害きたす¹⁹⁾。過労などにより神経

II. 分担研究報告

の興奮が高まる場合は、ビタミン B₁ の消費量が増加するという報告がある²⁰⁾。また、ストレス対処行動としての甘いものの過剰摂取もビタミン B₁ を消費する²¹⁾。被災時は神経が休まず、分配食料もおにぎりやパンなどの精製穀類に偏る傾向があるため、ビタミン B₁ 不足には特に注意が必要である。

アミノ酸が神経伝達物質の原料となることは前項で述べたが、ノルアドレナリン、アドレナリン、セロトニンなどのアミンは、脱炭酸酵素によってアミノ酸から二酸化炭素がとれることによってつくられる。この脱炭酸酵素の補酵素がビタミン B₆ である。したがって、このビタミンは神経伝達物質合成の鍵を握るビタミンとよばれ、脳の働きに大きな影響を与えている¹⁷⁾。

ビタミン C は高い還元力を持ち、コラーゲン合成に関与する水酸化酵素の補因子である第一鉄を還元型に保つうえで、不可欠な役割を担っている²²⁾。コラーゲンは結合組織の強化を担う重要な糖タンパク質の構成成分であるが、ストレスがかかるとエネルギーを産生するために分解されてしまう。ストレスによる肌荒れや消化器潰瘍を予防するためにも、コラーゲンの修復に必要なビタミン C を十分に摂取する必要がある。

ビタミン C は副腎に高濃度に存在し、ノルアドレナリン、アドレナリン、コルチゾールといった副腎から分泌されるホルモンの合成に関与している²³⁾。しかし、強いストレスにさらされると副腎のビタミン C は枯渇してしまう。ストレスと闘う臓器である副腎の機能を維持するためにもビタミン C の摂取は重要である。

副腎、下垂体に次いで、白血球はビタミン C が最も高濃度に存在する臓器である²⁴⁾。白血球中のビタミン C は、感染や炎症時の食細胞による捕食現象や好中球の活性化の際に産生される活性酸素種 (Reactive Oxygen Species; ROS) を除去する強力な抗酸化因子である。特に冬場の避難所では感冒の流行が懸念されるが、ビタミン C のサプリメントによって感冒にかかる頻度が有意に減少したという報告もある²⁵⁾。ビタミン C は新鮮な野菜や果物が供給源となるが、被災後はこれらの食品が入手しづらくなる¹⁴⁾。先に述べたビタミン B₁ 不足も食事が主食に偏重したときに起こりやすい。これらのビタミン欠乏は生鮮食品を含む多様な食品の摂取により予防可能である。輸送や保存が困難な生鮮食品をどのように被災者に提供するかは今後の課題である。また、被災者に対して、サプリメントや栄養補助食品を提供することの有用性についても調べていく必要がある。

国民健康・栄養調査結果によると、鉄欠乏性貧血が男性の 23.6%、女性の 14.9% にみられるほか²⁶⁾、カルシウムの摂取量はほとんどの年齢階級で目標量を下回っている²⁷⁾。被

II. 分担研究報告

災時には、主食中心の分配食料に依存するため、ふだんから不足しがちなミネラルの摂取がより困難となる。

鉄が欠乏すると、ヘモグロビン濃度が低下することにより、酸素運搬能が低下し、ブドウ糖の利用効率が悪くなる¹⁶⁾。また、鉄はエネルギー産生に関与する多くの酵素の補因子である²⁸⁾。抗体産生など、免疫にも関与している²⁹⁾。ビタミンAは感染症の予防に重要であるが³⁰⁾、ビタミンAの前駆体であるカロテンをビタミンAに変換するにも鉄が必要である²⁹⁾。さらに、鉄はセロトニンやカテコールアミンの合成及び作用にも関与している³¹⁾。鉄は平常時においても最も多くみられる微量栄養素欠乏であるが³⁰⁾、パンやおにぎりなどの穀類が中心で、ヘム鉄を多く含む動物性食品など多様な食品が摂取できない被災時にはより増加すると考えられる。

カルシウムはブドウ糖と同様に、脳で重要な働きをする。細胞外液中のカルシウムイオンは神経細胞（ニューロン）の細胞膜に存在する電位依存性カルシウムイオンチャンネルを通じて細胞内に取り込まれ、陽イオンが流入したことによって生じる電気シグナルによってシナプス小胞からノルアドレナリンやアセチルコリンなどの神経伝達物質が放出される³²⁾。カルシウムが不足するとイライラするといわれているが、その機序を簡単に説明する。細胞外液中のカルシウム濃度が低下すると、細胞内へのカルシウムイオンの流入が亢進される。流入するカルシウムイオンの量が、カルシウム結合たんぱく質と結合したり、ストアサイトに取り込まれたり、カルシウムポンプで細胞外へ排出される量を超えると、細胞内カルシウムイオン濃度が高い状態が続き、その間電気シグナルは送られつづけるため、神経伝達が亢進され、大脳皮質の広範囲で情報伝達に擾乱が生じる。これがイライラの原因であると考えられている。精神的ストレスや肉体的ストレスをかけると、カルシウムの尿中排泄量が増加することや、腸管での吸収率が減少することが報告されている¹⁷⁾。

体内のカルシウム不足の原因は摂取量の不足だけではない。加工食品を多用すると、それに添加されているリンの摂取量も増加する。生体内のカルシウムの大部分は骨に存在し、骨はカルシウムの貯蔵庫となっているが、リンの過剰摂取は尿中へのカルシウムの排泄を高め、骨塩量を低下させる。被災後は、保存や輸送に便利で、調理の簡単な加工食品やインスタント食品を利用する機会が増加する一方¹⁴⁾、牛乳・乳製品は要冷蔵の場合が多く、備蓄や援助食料には含まれにくいいため、平常時にも増してカルシウム不足に注意する必要がある。

V. 今後求められる調査研究

災害時の栄養・食生活支援をより適切かつ円滑におこなうための「災害栄養」という学問分野を発展させるために一番重要なことは、被災地における公衆栄養活動の取り組みをエビデンスとして蓄積していくことである。なかでも図1の「①被災者の栄養状態」、「③分配食料の内容」、「④被災時の食事摂取量」といった情報は、被災時にしか収集できない貴重なデータである。しかし、災害発生後の現場では、自らも被災した栄養士が、損壊・停電した建物のなかから備蓄食料を運び出し、不規則的に届けられる雑多な援助食料とともに、傷みだす前に避難所間となるべく差が生じないように配慮しながら振り分けていくのが精一杯というのが現状である³³⁾。少数配置の行政栄養士が、災害時においても、栄養評価や食事計画などの専門性を活かした業務に従事できるようにするためには、関係機関や専門職団体からの人的支援が必要である。新潟県では中越大震災による食生活への影響を調べるため、発生後わずか4カ月後には食生活実態調査を実施している。県と災害協定を結んでいる新潟県栄養士会が調査員となって実施されたが、このような人的支援体制が整っている自治体は少数派だと考えられる。人的支援に関する協定の締結状況については、全国の市区町村を対象に調査を実施し、現在集計中である。

本稿の「II. ストレスによる食事摂取量の変化」では、ヒトを対象とした研究のレビュー論文を引用した^{3,6)}。個々の研究をみても、手術や学力試験前の不安やストレスが食事摂取量に及ぼす影響を調べた研究もあるが、多くは電気ショックや白色雑音（音声などに混入するノイズのなかで、すべての周波数帯域においてエネルギーが均一に混入した雑音）、作業課題を与えることによって人為的に恐怖やストレス、抑うつ状態をもたらし、それによる変化をみたものである。同じ恐怖や不安、抑うつ感でも自然災害によるものとは程度や性質、持続性が異なる。自然災害による影響は、災害発生の現場においてのみ調べることが可能であるため、データの収集・蓄積が非常に重要となる。

謝 辞

本研究は、平成20年度厚生労働科学研究費補助金（健康安全・危機管理対策総合研究事業）「災害・重大健康危機の発生時・発生後の対応策及び健康被害抑止策に関する研究」（研究代表者：大井田隆）の分担研究として実施されました。

II. 分担研究報告

文 献

- 1) World Health Organization: The Management of Nutrition in Major Emergencies, pp. 9-32 (2000) World Health Organization, Geneva
- 2) 出村博編: ストレスとホルモーン-内分泌系からみる生体のストレス反応-, p. 66 (1993) メジカルビュー社、東京
- 3) Torres SJ, Nowson CA: Relationship between stress, eating behavior, and obesity, Nutrition, **23**, 887-894 (2007)
- 4) 平野鉄雄、新島旭: 脳とストレス-ストレスにたちむかう脳-, p.233 (1995) 共立出版、東京
- 5) Takeda E, Terao J, Nakaya Y, et al.: Stress control and human nutrition, J Med Invest, **51**, 139-145 (2004)
- 6) Macht M: How emotions affect eating: a five-way model, Appetite, **50**, 1-11 (2008)
- 7) Sudo N, Degeneffe D, Vue H, et al.: Relationship between needs driving eating occasions and eating behavior in midlife women, Appetite, **52**, 137-146 (2008)
- 8) Berkeling B, Linné Y, Lindroos AK, et al.: Intake of sweet foods and counts of cariogenic microorganisms in relation to body mass index and psychometric variables in women. Int J Obesity, **26**, 1239-1244 (2002)
- 9) Oliver G, Wardle J, Gibson EL: Stress and food choice: a laboratory study, Psychosom Med, **62**, 853-865 (2000)
- 10) 奥田和子: 阪神大震災 被災者の視点から、これからの非常食・災害食に求められるもの-災害からの教訓に学ぶ-/新潟大学地域連携フードサイエンス・センター編、p.25 (2006) 光琳、東京
- 11) 澤口眞規子、杉田弘子、濱口優子、他: 派遣支援を視野に入れた災害時の公衆栄養活動を考える、公衆衛生情報、**11**、6-20 (2007)
- 12) Jacobs J, Devine CM: Time scarcity and food choices: an overview, Appetite, **47**, 196-204 (2006)
- 13) Feunekes GIJ, Graaf C, Straveren WA: Social facilitation of food intake is mediated by meal duration, Physiol Behav, **58**, 551-558 (1995)
- 14) 新潟県福祉保健部: 新潟県中越大震災食生活実態調査・新潟県中越大震災における給食施設災害対応状況調査報告書、pp.1-15 (2007) 新潟県福祉保健部、新潟

II. 分担研究報告

- 15) World Health Organization: The Management of Nutrition in Major Emergencies, pp. 142-147 (2000) World Health Organization, Geneva
- 16) Benton D, Nabb S: Carbohydrate, memory, and mood, Nutr Rev, **61**, S61-S67 (2003)
- 17) 中村丁次: ストレス変化とタンパク質、ビタミン、ミネラル、ストレスの事典／河野友信、石川俊男、pp. 174-176 (2006) 朝倉書店、東京
- 18) Jonnakuty C, Gragnoli C: What do we know about serotonin? J Cell Physiol, **217**, 301-306 (2008)
- 19) 橋詰直孝: ビタミン B₁ と神経、ビタミン、**56**、593-597 (1982)
- 20) 糸川嘉則: ビタミン B₁ と神経、ビタミン、**56**、587-592 (1982)
- 21) 財団法人ベターホーム協会: ベターホームの食品成分表、p.291 (2000) ベターホーム出版局、東京
- 22) Kiple KF, Ornelas KC, eds.: The Cambridge World History of Food (2000) / 小林彰夫監訳: ケンブリッジ世界の食物史大百科事典 3、p.197 (2004) 朝倉書店、東京
- 23) Lieberman S, Bruning N: The Real Vitamin and Mineral Book, third edition, p.152 (2003) Avery, New York
- 24) Institute of Medicine: Dietary Reference Intakes for Vitamin C, Vitamin E, Selenium, and Carotenoids, p. 103 (2000) National Academy Press, Washington, D.C.
- 25) Sasazuki S, Sasaki S, Tsubono Y, et al.: Effect of vitamin C on common cold: randomized controlled trial, Eur J Clin Nutr, **60**, 9-17 (2006)
- 26) 健康・栄養情報研究会編: 国民健康・栄養の現状—平成 17 年厚生労働省国民健康・栄養調査報告より—、p. 173 (2008) 第一出版、東京
- 27) 第一出版編集部編: 厚生労働省策定日本人の食事摂取基準 (2005 年版)、p. 138 (2005) 第一出版、東京
- 28) Lieberman S, Bruning N: The Real Vitamin and Mineral Book, third edition, p.193 (2003) Avery, New York
- 29) Kiple KF, Ornelas KC, eds.: The Cambridge World History of Food (2000) / 小林彰夫監訳: ケンブリッジ世界の食物史大百科事典 3、p.269 (2004) 朝倉書店、東京
- 30) 須藤紀子: 諸外国の栄養状況と施策、N ブックス改訂公衆栄養学第 2 版／八倉巻和子、井上浩一編著、p.218 (2008) 建帛社、東京
- 31) Beard JL, Connor JR, Jones BC: Iron in the brain, Nutr Rev, **51**, 157-170 (1993)

II. 分担研究報告

32) Rawn JD: Biochemistry (1989) Neil Patterson Publishers, . North Carolina

33) 須藤紀子、吉池信男：災害対策における行政栄養士の役割、保健医療科学、57、220-224
(2008)

図 1.

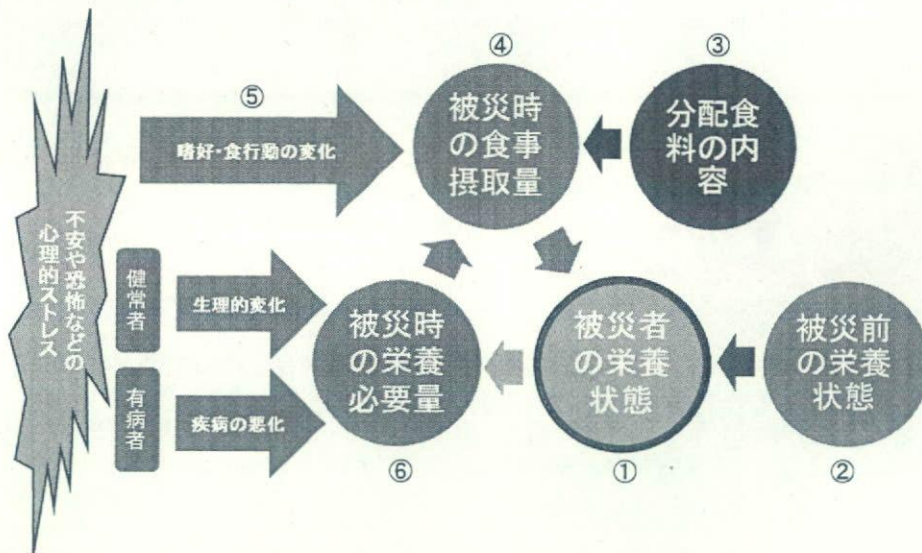


図1 被災者の栄養状態に影響する要因

図 2.

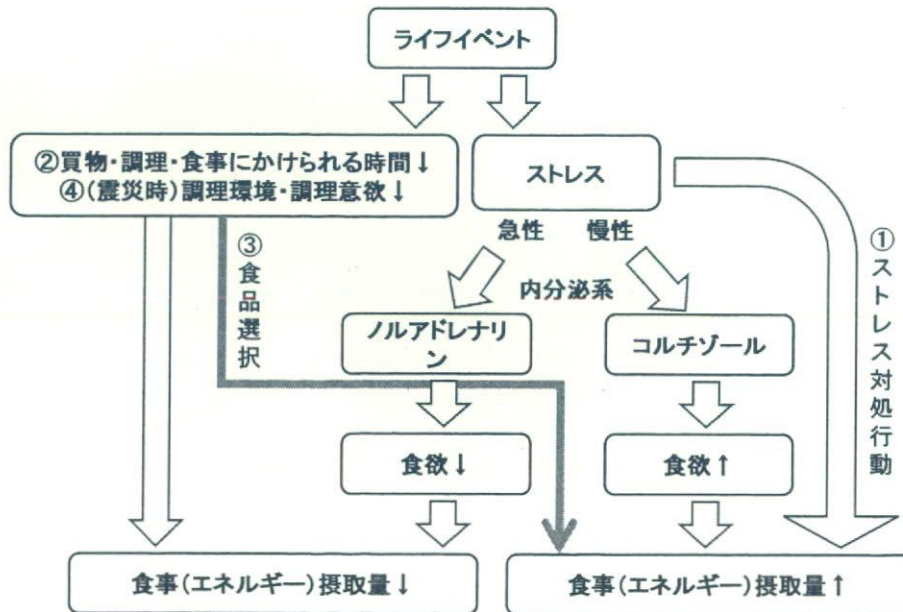


図2 食事(エネルギー)摂取量の変化をもたらすライフイベントの影響

II. 分担研究報告

平成 20 年度 厚生労働科学研究費補助金（健康安全・危機管理対策総合研究事業）
分担研究報告書

自然災害後の超過死亡に関する疫学的研究

分担研究者 尾崎 米厚（鳥取大学医学部社会医学講座環境予防医学分野）

研究要旨

自然災害後の超過死亡を検討することにより、災害後の保健、医療活動において、対応が必要な疾病を明らかにするために、人口動態統計を用いて、災害前後の死因別死亡率を検討する計画を立てた。初年度は、災害の抽出、解析計画の立案を行った。解析対象の災害は、平成にはいり、発生し人的被害が大きかった（死者 10 名以上）を抽出した。災害は、地震、台風、梅雨による豪雨、豪雪、噴火であった。統計情報部にデータ申請をし、死因別標準化死亡比の検定を実施し、超過死亡の有無、超過死亡をきたす死因、超過死亡の持続期間などを解析し、災害別の特徴、災害発生季節別の特徴、災害規模の特徴を明らかにする。

A. 研究目的

自然災害の健康被害を考える際、震災のように直接的影響（外因死）に関心が向きがちだが、震災直後から中長期にわたる 2 次的健康被害（内因死および外因死）の存在が一部報告されている。このように、自然災害の直接的な健康被害のみならず、その直後やその後に遷延して出現する 2 次的健康被害の存在を明らかにし、被害を最小限にするための取り組みも重要である。

震災後の健康問題については、感染症の蔓延が考えられるが、震災後の感染症の流行についての報告は意外に少ない。むしろ、先進工業国で発生した震災後の虚血性心疾患や突然死の増加の有無についての報告が多く、阪神大震災に関係した報告もある（虚血性心疾患死亡の増加）。それ以外には、糖尿病管理状態の悪化、中長期に遷延すると考えられる心理的、精神的影響、一部の消化性潰瘍の増加なども報告されている。台湾地震後では自殺の増加が報告されているが、わが国ではいまのところ報告はないといえる。一方、震災以外の自然災害もわが国では比較的が多いが、それらの 2 次的健康被害

についての報告はほとんど見当たらないのが実情である。

本研究は、人口動態統計情報を利用して、近年わが国で発生した自然災害の 2 次的健康被害の実態を明らかにするための、計画を立てることとした。

B. 研究方法

1. 災害の選定

平成 20 年版防災白書 (<http://www.bousai.go.jp/hakusho/h20/bousai2008/html/hyo/index.htm>) より、平成にはいってから発生した自然災害のうち、死者・行方不明者が 10 人以上の災害を分析対象にすることとした（表 1、図 1）。ただし、台風や水害など死者の数があまり多くなく、被害が全国におよんでいた事例は、疫学統計学的な分析では、2 次的健康被害の検出が困難なため、解析から除外する予定である。

2. 解析方法

所定の方法により、厚生労働省大臣官房統計情報部へ人口動態調査死亡票の使用申請を提出する。使用するデータの年次は、それぞれの

II. 分担研究報告

地域（被災地）の災害前3年間と災害後現在に至るまでの年次とした。解析に用いるデータの項目は以下のとおりである。

1) 使用する調査項目

死亡票

- (1) 市区町村符号（死亡した人の住所）
- (2) 男女別
- (3) 出生年月日
- (4) 死亡したとき
- (5) 死亡した人の国籍
- (6) 死亡した人の夫または妻
- (7) 死亡したときの世帯の主な仕事
- (8) 死亡したところの種別
- (9) 原死因符号*
- (10) 外因の状況符号*
- (11) 発生したところ符号*
- (12) 傷害発生したところ符号*
- (13) 母側符号*

*は厚生労働省でコード化したもの

2) 解析方法

1. 被災日から数えて1ヶ月ごとに1年を12区分する。データの地域範囲を被災状況（たとえば、災害の外因による死亡率、家屋損壊状況、その他の災害では、距離により分類）の度合いにより数段階に分類する（地域区分）。
2. 原死因を外因と内因の別、内因の簡単死因分類別に6地域別、12区分別、性別、5歳階級別に集計する
3. 災害前の時間も被災日を基準に12区分する。特定の流行性疾患の影響を平滑化するために、災害前3ヵ年分の情報を地域区分別、12区分別、性別、5歳階級別、外因内因の別、原死因の簡単分類別に集計する。
4. 災害前後の市区町村別の性別5歳階級別人口を月単位で調査する（各自治体などに問い合わせ）
5. 災害前3ヵ年分の死亡数の6地域別、12区分別、性別、5歳階級別、これを災害前の3ヵ年のそれぞれの12区分の区別人

口で割った死亡率に災害後のそれぞれに対応する12区分別、性別、年齢階級別人口に掛け合わせて期待死亡数を出し、災害後に実際に観察された6地域別、12区分別、性別の実測死亡数を期待死亡数で除して標準化死亡比を算出する。これで間接法による年齢調整をしたことになる。これを簡単死因ごとに分析する。

6. この簡単死因のかわりに、死亡票のそれぞれの項目である、死亡した人の国籍、配偶関係、世帯の主な仕事、死亡したときの職業、産業、死亡したところの種別、発生したところの符号、傷害発生したところの符号、母側符号、外因子の追加事項、生後1歳未満病死の簡単分類別出生児体重（未熟児の割合）を集計することにより間接死亡（内因による超過死亡）をどのような人が起こしたか、いつまで、どのあたりの地域まで超過死亡が広がっていたかが明らかになる。

3) 考えられる仮説

1. 災害の種類（震災、台風・水害、雪害）、規模や発生季節により人的被害の内容、遷延期間などが異なる。震災後は、循環器疾患（脳梗塞や心筋梗塞）による死亡の増加が認められ（特に男性のほうが多いか？）、数ヶ月で元のレベルに戻る。
2. 震災後は、避難所生活が長引くので、感染症、肺炎、精神疾患などによる超過死亡が観察される。
3. 春から秋にかけての水害、台風などは、腸管感染症による死亡の増加がみられるかもしれない。
4. 副次的影響（交通機関の麻痺など）により交通事故死亡の減少などが認められるかもしれない。
5. マスコミで有名になった震災後のエコノミークラス症候群による死亡の増加は統計上現れないかもしれない（少数例のため）。

II. 分担研究報告

表1 分析対象となる災害

年月日	災害名	主な被災地	死者・行方不明者数
平成2年11月17日から	雲仙岳噴火	長崎県	44人
平成5年7月12日	北海道南西沖地震 (M7.8)	北海道	230人
平成5年7月31日から8月 7日*	平成5年8月豪雨	全国	79人
平成7年1月17日	阪神・淡路大震災(M7.3)	兵庫県	6,437人
平成15年7月18日から21 日*	梅雨前線豪雨	九州地方	23人
平成15年8月7日から10 日*	台風第10号	北海道を中心とする 全国	19人
平成16年7月12日から13 日	平成16年7月新潟・福島 豪雨	新潟県、福島県	16人
平成16年8月17日から20 日*	台風第15号及び関連す る大雨	東北、四国地方	10人
平成16年8月27日から31 日*	台風第16号	西日本を中心とする 全国	17人
平成16年9月4日から8日 *	台風第18号	中国地方を中心とする 全国	45人
平成16年9月26日から30 日*	台風第21号	西日本を中心とする 全国	27人
平成16年10月20日から 21日*	台風第23号	全国	98人
平成16年10月23日	平成16年新潟中越地震 (M6.8)	新潟県	68人
平成16年12月から17年3 月	雪害	北海道、東北及び 北陸地方	88人
平成17年6月27日から7 月25日*	梅雨前線による大雨	東北地方南部から 九州地方	12人
平成17年9月4日から8日 *	台風第14号	中国、四国、九州地方を 中心とする全国	29人
平成17年12月から18年3 月	平成18年豪雪	北陸地方を中心とする 日本海側	152人
平成18年6月10日から7 月29日*	梅雨前線による豪雨	関東、中部、近畿、中国、 九州地方	32人
平成18年9月15日から20 日*	台風第13号	中国、九州地方	10人
平成19年7月16日	平成19年新潟県中越沖 地震(M6.8)	新潟県	15人

*：犠牲者数に比べ、被災地が広域のため疫学的解析には向かないと思われる地域。

II. 分担研究報告

図 1

平成になり発生し、人的被害が大きかった主な自然災害と災害後の健康被害検討地域



II. 分担研究報告

平成 20 年度 厚生労働科学研究費補助金（健康安全・危機管理対策総合研究事業）
分担研究報告書

天然痘バイオテロへの公衆衛生対策の有効性に関する検討

分担研究者 櫻井 裕 （防衛医科大学校 衛生学公衆衛生学講座 教授）
研究協力者 佐藤 弘樹 （防衛医科大学校病院 医療情報部）

研究要旨

天然痘をバイオテロの道具として用いられた時に、公衆衛生対策である隔離や追跡がどの程度有効に天然痘蔓延を封じ込めることが出来るかを検討した。1,000 人の集団、1 世帯 5 人家族の集団を想定し、そこに天然痘が持ち込まれたことを想定した。公衆衛生上の感染症対策として天然痘患者を見つけ、患者自身は隔離、周囲の人間にはワクチン接種を行うという WHO 推奨の輪状接種の方法を取ったものと仮定した。感染したテロリストの侵入後から対策を開始するまでの時間、隔離の遵守率、感染者と接触した人の追跡率の 3 因子を変化させ、シミュレーションを行った。介入開始日は早ければ早いほど累積患者数に対する影響は大であった。隔離の遵守率は介入開始日や追跡率に関わらず、流行抑制に重要であった。追跡率は隔離の遵守率が低いときには有効であるが、遵守率 75%以上では大きく影響しないことが分かった。

A. 研究目的

9.11 の WTC への航空機突入テロはテレビを通し、繁栄と強さの象徴である米国ニューヨークの高層ビルが考えもしなかった方法によりもろくも崩れ去る映像が世界中に配信された。数日後に発生した炭疽菌バイオテロによる死者の発生も、バイオテロの脅威が現実のものであることを実証した。

バイオテロの危険性の高いものを米国 CDC がリストアップしている。そのうちのカテゴリ A としては炭疽菌、ペスト、野兔病、コレラ、ウイルス性出血熱、ボツリヌス毒素、天然痘が定められている。今回我々は、感染性、死亡率、社会的インパクトの大きさなどを考慮して天然痘ウイルスがバイオテロに用いられたことを想定した。

天然痘は飛沫感染することが知られており、密集した集団では蔓延しやすい。同時に死亡率は 20-50%と言われており、一旦発症した場合には有効な抗ウイルス薬は存在せず、対症療法で対応するしかない。蔓延を防ぐには、早期発

見、患者自身の隔離と接触者への輪状ワクチン接種が公衆衛生上行える対策と言える。

本研究の目的は天然痘がバイオテロとして用いられ、ある地域で発生した場合に蔓延を防止するために有効な方法を検討することである。

B. 研究方法

1 世帯 5 人構成とした 1,000 人の集団を想定した。想定集団においては、世帯は 10 世帯が集まって集落を構成し、5 集落が集まって地域、4 地域が集まって全集団を構成するという、入れ子の構造をとった。

その集団に天然痘感染者が入った（感染テロリストが侵入した）ことを想定した。感染しただけでは発症していないため発見する事はできず、発症しても一般的な病気でないため直ちに確定診断が出来るとは思えないことから、公衆衛生学的介入は若干遅れて行われると推定した。介入開始日はテロリストの侵入後から 15 日目、25 日目、35 日目、45 日目の 4 パター

II. 分担研究報告

ンを想定した。

介入方法は、患者あるいは感染疑いの者が発生した場合には、まずその者を隔離すること、患者あるいは感染疑いの者と接触した人を特定し、輪状ワクチン接種を行うこととした。接触者をどの程度追えるかを追跡率とし、70%、80%、90%、100%の4パターンを想定した。一方追跡できた接触者が、どの程度隔離命令を遵守するかを表した隔離遵守率として50%、75%、100%の3パターンを想定した。

感染モデルとして、discrete-time stochastic model を用い、各々の場合について100回、合計で $100 \times 4 \times 4 \times 3 = 4,800$ 回のシミュレーションを繰り返し、推定値を求めた。シミュレーションにはSAS(Statistical Analysis System)を用いた。

C. 結果

結果を図1に示す。

介入開始が遅くなれば遅くなるほど累積患者数は増える。隔離遵守率や追跡率をあげれば若干減少はするものの、患者に対する対策を早めに取りないと累積患者数が増えるのは明らかであった。

一方、介入開始により、隔離と輪状ワクチン接種を行うことで、介入開始日、隔離率、追跡率に関わらず流行を終息させることができた。これは今まで行われてきた感染症に対する公衆衛生的アプローチの効果を実証したものである。

各々の変数について見てみると、介入開始日は隔離遵守率、追跡率にかかわらず、感染規模にもっとも強く関係していた。すなわち、介入が遅れば累積患者数は増え、結果として感染規模は拡大する傾向にあった。

隔離遵守率は流行の抑制に強く関与していた。これは介入開始日や追跡率のレベルに依存しない傾向が認められた。

追跡率は隔離遵守率75%以上では累積患者数にほとんど関与しないことが明らかになっ

た。

D. 考察

細菌やウイルスを用いた生物兵器は不特定多数の非戦闘員まで被害が及ぶ可能性があり、たとえ戦争状態であったとしても決して使用してはならないことはジュネーブ議定書で国際的に認知されているはずである。しかし、特定の国という体裁をとらないテロリスト集団に対しては、たとえジュネーブ議定書が国際的に認知されていようと何の抑制的効果もない。9.11同時多発テロの直後に起きた炭疽菌テロ、さらにさかのぼって、失敗に終わったというもののオウム真理教が亀戸で試みたボツリヌス菌テロなど、テロリスト集団によるバイオテロの脅威は無くなったわけではなく、逆にその恐怖心を引き起こす効果が十分なものであることが炭疽菌テロで確認された以上、今後も多発する可能性を否定できない。

感染症の蔓延を防ぐ事は公衆衛生上の重要な問題のひとつであるが、今後は自然発生的な感染症のみならず、人為的に引き起こされるであろうバイオテロに対する公衆衛生的対応を考えておく必要性に迫られている。

今回我々は天然痘がテロに用いられたことを想定してシミュレーションを試みた。天然痘は1980年にWHOが撲滅宣言を出し、世界を天然痘の恐怖から救ってくれた事は記憶に新しい。しかし実際には天然痘ウイルスは地球上から消滅した訳ではなく、米国と当時のソ連において保存されていることも知られている。このように地球上からウイルスが消滅していない限り、何らかの理由でこれらのウイルスが外部に流出する危険性はないとはいえない。それがテロリストの手に渡らないという保証もない。すぐそこにある危機ともいえる。実際患者が発生した場合に、どのような方法がもっとも効果的に蔓延を防ぐかを理論的に構築しておくことは、まだテロが起きていない現時点で行っておくべきことのひとつであろう。