

6.2.4. マンガン (Mn)

1. 基本的事項

マンガンはアルギニン分解酵素、乳酸脱炭酸酵素、マンガンスーパーオキシドジスムターゼの構成成分であり、また、多くの酵素の反応に関与している。実験的に0.11 mg/日の低マンガン食を39日間与えられた7人の若年男性中5人において、皮膚炎の一種である水晶様汗疹の発生が観察されている。この皮膚炎は1.53 mg/日と2.55 mg/日のマンガンをそれぞれ5日間ずつ投与することで消失していることから、マンガン欠乏によるものと推定できる¹²¹⁾。一般にはマンガンが不足すると、骨代謝、糖脂質代謝（糖尿病や脂肪性肥満）、運動機能、皮膚代謝などに影響が及ぶと考えられているが、これらはマンガン欠乏に特異的ではない^{122, 123)}。

マンガンは、生体内組織及び臓器にほぼ一様に分布しており、成人の体内には12~20 mg存在している¹²⁴⁾。経口摂取されたマンガンは胃酸によって+2価として溶解、腸管細胞の酸化機構で+3価となって吸収される。消化管からの吸収率は約3~5%とされており、マンガン化合物間で吸収率の差はない。また、マンガンはトランスフェリンなど、鉄と同様な系で輸送されるため、マンガンの吸収量は食事の鉄含有量と反比例の関係がある¹²⁴⁻¹²⁶⁾。吸収されたマンガンは門脈を経て肝臓に運ばれ、胆汁から腸管に分泌されてそのほとんどが糞便中に排泄される。したがって、体内のマンガン量は胆汁排泄によって調節されていると考えられている¹²⁴⁾。

通常の食生活ではマンガン欠乏は起こらないと考えられている。ただし、完全静脈栄養施行患者において欠乏する可能性のある栄養素、あるいは補給を必要とする栄養素のひとつとして取り上げられている¹²⁷⁾。

2. 目安量

2-1. 基本的な考え方

出納試験によってマンガンの必要量を算定しようとする試みは国内外ともに行われている^{128, 129)}。しかしながら、マンガンは吸収率が低く、そのほとんどが糞中に排泄されることから¹²⁴⁾、アメリカ/カナダの食事摂取基準では、短期間の試験ではマンガン出納を正確に検討することは困難であり、出納試験の結果をもとにマンガンの必要量を求めることはできないとしている¹³⁰⁾。

以上より、マンガンの必要量を出納試験から算定するための情報は不足していると判断し、マンガンの平衡維持量を大幅に上回っていると考えられる日本人のマンガン摂取量を用いて目安量を算定することにした。

2-2. 成人（目安量）

日本人におけるマンガン摂取量の報告をまとめた総説¹³¹⁾では、成人男性と成人女性のマンガン摂取量（平均±標準偏差）の算定値を、それぞれ 3.8 ± 0.8 mg/日（報告数9）と 3.8 ± 1.4 mg/日（報告数10）と見積もり、陰膳法で収集した成人の食事（病院食を除く）の分析に基づくマンガン摂取量を 3.6 ± 1.1 mg/日（報告数19）とまとめている。これらの値の平均値（3.7 mg/日）を日本人のマンガン摂取量の代表値として採用した。そして、総エネルギー摂取量の性差を考慮して、男性4.0 mg/日、女性3.5 mg/日をすべての年齢階級に共通の目安量とした。

2-3. 小児（目安量）

日本人における小児のマンガン摂取量として、16歳男女の3日間のモデル献立の分析から、男児 6.25 ± 1.52 mg/日、女児 3.97 ± 0.96 mg/日とする報告がある¹³²⁾。また、東京都在住の小児におけるマンガン摂取量を 1.56 mg/日とする報告がある¹³³⁾。このように測定値が大きく異なること、他に参照可能な報告が存在しないことを理由に、成人の目安量を体重比の0.75乗と成長因子を用いて外挿することによって、小児の目安量を算定した。この際、基準とする体重には、それぞれの性の18～29歳の基準体重を用いた。

2-4. 乳児（目安量）

日本人女性約4,000人を対象とした研究では⁷⁶⁾、母乳中マンガン濃度は出産後11～20日間がもっとも高く、出産後1日から1年までの変動は8～25 $\mu\text{g/L}$ の範囲であった。一方、アメリカの健康な女性における母乳中マンガン濃度は、出産1か月後まで 3.7 $\mu\text{g/L}$ であり、その後減少して、3か月後までが 1.98 $\mu\text{g/L}$ とする報告があり^{134, 135)}、日本人とは大きく値が異なる。測定方法の違いも考慮しなければならないが、母乳中のマンガン濃度は地域及び人種によって異なっているため¹³⁶⁾、日本人女性の平均母乳濃度を採用した。

日本人における母乳中のマンガン濃度は平均 11 $\mu\text{g/L}$ であり⁷⁶⁾、これに0～5か月児1日の平均哺乳量 0.78 L^{22, 23)}をかけると、 8.6 $\mu\text{g/日}$ (11 $\mu\text{g/L} \times 0.78$ L/日)となり、丸め処理を行って目安量を 0.01 mg/日とした。

6～11か月児については、離乳食からのマンガン摂取量を考慮しなくてはならない。日本人の乳児及び小児の1日当たりの離乳食からの栄養素摂取量を月齢別に報告した研究⁸¹⁾より、6～11か月児の離乳食由来のマンガン摂取量の平均値は 0.44 mg/日と算定できる。上記の平均母乳マンガン濃度と6～11か月における哺乳量^{115, 116)}から母乳由来の摂取量を求めると、 5.8 $\mu\text{g/日}$ (11 $\mu\text{g/L} \times 525$ mL/日)となり、離乳食からのマンガン摂取量に比較して著しく少なく、合計すると 0.446 mg/日となる。この値より6～11か月児のマンガンの目安量を 0.45 mg/日（丸め処理を行って 0.5 mg/日）とした。

2-5. 妊婦・授乳婦：付加量

妊娠に伴うマンガン付加量算定のために必要となる胎児のマンガン濃度に関する情報は不足している。一方、妊婦のマンガン摂取に関する報告も見当たらない。したがって、妊娠に伴う付加量を正確に算定することはできない。しかし、成人女性の目安量 (3.5 mg/日)は、妊娠に伴う体重増加に基づいて設定されているアメリカ/カナダの食事摂取基準における妊婦の摂取目安量 (2 mg/日)¹³⁰⁾を大幅に上回っており、妊娠に伴う付加量がなくても大きな問題はないと判断し、付加量は0（ゼロ）とした。

母乳中のマンガン濃度 11 $\mu\text{g/L}$ ⁷⁶⁾、哺乳量 0.78 L/日^{22, 23)}、消化管からのマンガン吸収率3～5%より、授乳に伴うマンガン消費を補うのに必要なマンガン摂取量は、 172 ～ 286 $\mu\text{g/日}$ (0.2 ～ 0.3 mg/日) [11 $\mu\text{g/L} \times 0.78$ L/日 \div (0.03 ～ 0.05)]と算定できる。この値は成人女性のマンガン摂取の目安量 (3.5 mg/日)に比較して著しく小さい。したがって、授乳によるマンガンの消費は無視できると考え、授乳に伴う付加量も0（ゼロ）とした。

3. 耐容上限量

穀類、豆類、木の実などを中心とした食事では、マンガン摂取量の最大量は10.9 mg/日程度に達し得ると推定されている¹³⁷⁾。同様に、菜食主義者の食事では13~20 mg/日程度が最大量であろうと報告されている¹³⁸⁾。また、アメリカ人における健康障害非発現量は11 mg/日と推定されている¹³⁹⁾。

一方、15 mg/日のマンガンを経口投与した47人の女性に124日間与えたところ、25日間の投与で血清マンガン濃度の有意な上昇が観察されている¹²⁶⁾。完全静脈栄養施行患者に2.2 mg/日のマンガンを経口投与すると血中マンガン濃度の有意な上昇とマンガンの脳への蓄積が認められ、パーキンソン病様の症状が現れる¹³⁹⁾。この症例におけるマンガン曝露は食事由来ではないので単純に比較することはできないが、マンガンの過剰摂取による健康被害の可能性は無視できない。

これらより、日本人における報告はないものの、健康障害非発現量を11 mg/日と推定し、不確実性因子を1として、11 mg/日を成人の耐容上限量とした。なお、設定根拠とその信頼度の問題から、小児における耐容上限量は算定しなかった。