

## 時間栄養学から食育を科学する (総説)

加藤 秀夫\*・前田 朝美\*・齋藤 望\*・花田 玲子\*  
山田和歌子\*・出口佳奈絵\*\*・苧坂 枝織\*\*\*・西田 由香\*\*\*

A scientific approach to food and nutrition education with chrono-nutrition (Review)

Hideo KATO\*・Asami MAEDA\*・Nozomi SAITO\*・Reiko HANADA\*  
Wakako YAMADA\*・Kanae IDEGUCHI\*\*・Shiori OSAKA\*\*\*・Yuka NISHIDA\*\*\*

Key words : 食育	Food and nutrition education
からだのリズム	Biorhythm
朝食	Breakfast
食行動	Feeding behavior
スポーツ栄養	Food and nutrition for athletic sports

食育の推進を国民運動として総合的かつ計画的に推進するため、「食育基本法」が施行(平成17年7月)され、これに基づき「食育推進基本計画」が策定(平成18年3月)された。子どもたちをはじめ、すべての国民が心身の健康を確保し、生涯にわたって生き生きと暮らすためには、何よりも「食」が大切である。近年、国民の食生活をめぐる環境が大きく変化しており、例えば、栄養の偏り、不規則な生活リズム、肥満や生活習慣病の増加、食の安全への不安等が挙げられる。それらを解決するキーワードが「食育」である。国民の健康づくりと生活習慣病予防における食育の役割は一段と大きくなっている。食育は子供だけでなく各世代の健康づくりに貢献する。また、食育に時間栄養学を導入することで、いつ何を食べると心身の健康によいかをより客観的に「食育を科学する」ことができる<sup>1)</sup>。

### 1. からだのリズムとは

からだのリズムは、体温や血圧、睡眠、運動などの生命活動を始め、心と身体の健康を管理している司令塔であり、時々刻々と移り変わる生活環

境の周期的な変化、つまり生活リズムに適応するための自律的な予知機能も備えている。

体温や栄養素の代謝など生体の状態を単に一定に保つホメオスタシス(恒常性維持機構)とは異なった生体リズムが固有の体内時計としての役割を担っている。この自然環境の変動に応答しているからだのリズムは健康・栄養管理だけでなく、病気の予防や治療にも有益とされている<sup>2) 3)</sup>。

からだのリズムは一旦形成されると、たとえ急激な環境変化があっても数日間は維持されている。例えば、1日ぐらい徹夜をして生活リズムが乱れてもからだのリズムは自主管理で守られる仕組みになっている。しかし、不規則な生活を繰り返していると体調を崩し、体力・気力だけでなく食べる力も弱くなり、予防医学で大切な免疫力が減少する。1日3食の規則正しい食生活は体調を整える体内時計の維持に重要である<sup>4)~6)</sup>。しかし、生体リズムの形成に摂食サイクルと明暗サイクルのいずれが不可欠であるかはほとんど不明である。

### 2. 明暗サイクルと摂食サイクルのいずれが大切か~特に血中副腎皮質ホルモンのリズム形成において~

\*東北女子大学  
\*\*川崎医療福祉大学  
\*\*\*県立広島大学

副腎皮質ホルモンの分泌は、脳幹の視床下部・下垂体・副腎皮質のフィードバック機構によって調節され、中枢神経系を介して行われている。外部（明暗、食事など）からの情報を正しく伝達するシステムである内分泌系は、このフィードバック機構のお陰で生命および健康が維持されている。

### 1) 口から食べることの大切さとホルモンリズム

ラットに毎日一定の時間帯に栄養液を経口的に与えると、血中副腎皮質ホルモンの日内リズムは摂食時間に対応して発現するが、同時帯で中心静脈内に非経口的に与えると日内リズムが消失した<sup>7)</sup>。血中尿素は経口また非経口に関係なく、栄養液の摂取によって増加する日内変動が認められた。この結果から血中副腎皮質ホルモンのリズム形成には口から摂取する食餌そのものと、食餌を感知する消化管が関与していることが考えられる。

### 2) リズム形成における消化管の役割

消化管のどの部分がリズム形成に重要であるかを調べるために、小腸を部分的に切除したラットで検討した。小腸の下半分に相当する回腸を切除した場合には、摂食時刻に対応した副腎皮質ホルモンリズムが認められ、空腸を切除したラットにはリズムの振幅が減衰し、消失した<sup>8) 9)</sup>。血中尿素は、空腸と回腸の切除に関係なく摂食によって増加する日周リズムを示した。この実験動物の研究から血中副腎皮質ホルモンのリズム形成・維持には摂食リズムと食餌の刺激を感知する空腸が重要な役割を果たしていると考えられる。次にこの研究結果がヒトでもあてはまるか否かを検討した。

### 3) ヒトのリズム形成に明暗サイクルと食事サイクルのいずれが大切か

ヒトの血中コルチゾール（副腎皮質ホルモン）リズムの同調因子、特に明暗と食事のどちらがより関与しているかを検討するために、口腔外科領域の手術後、経腸栄養法により栄養物を与えられている患者について、血中コルチゾール濃度のリズム変動を調べた。まず、病院に入院し、経口的

に食物を摂取している患者の血中コルチゾールリズムを調べた。5名のいずれも、血中コルチゾール濃度は夕方から夜半にかけて低く、朝方に高値を示した。経腸栄養法の施行にあたって、成分栄養液を1日中継続的に投与する連続投与群のほかに、午前7時から午後11時までの16時間のみ投与する周期投与群を設けた。周期投与群6名の血中コルチゾール濃度は、いずれも夕方に低く明け方に高くなり、食物経口摂取者と同様の日周リズムが認められた。連続投与群6名については、血中コルチゾール濃度は1日中ほぼ一定となっており、各時刻の平均値に有意差がなく日周リズムも消失した<sup>10)11)</sup>。

血中副腎皮質ホルモンの平均的レベルは両群でほぼ同じ $10\mu\text{g/dl}$ 前後となり、連続投与群でのリズム消失がストレスによる可能性はほとんどない。従って、ヒト血中副腎皮質ホルモンの日周リズムは明暗サイクルより摂食サイクルに依存していることが考えられる。

さらに、何らかの疾患で消化管を通しての栄養摂取ができない中心静脈栄養の患者に対して、高カロリー栄養輸液を24時間連続投与と日中高濃度・低濃度の傾斜投与でもホルモンリズムが消失した。この結果から、血中副腎皮質ホルモンのリズム形成には、明暗サイクルに関係なく消化管を経由した規則正しい食事摂取が不可欠であると考えられる。ラットの実験動物では副腎皮質ホルモンに限らず種々の生理機能の日周リズムは摂食時刻に同調する<sup>12)13)</sup>。しかし、ヒトの日周リズムにおいて摂食リズムが重要であることを明確に示したのは本研究が初めてである。近年、疾病や老化などの原因により飲食物の咀嚼や飲み込みが困難になる嚥下障害者に摂取可能な嚥下食品の開発や投与技術が進み、口からの栄養摂取の重要性が尚一層クローズアップされている<sup>14)</sup>。今後、成分栄養の質や量の問題に加えて、投与方法についても生体リズム学の立場から考慮し、より生理的であり、かつ臨床栄養学的にすぐれた方法を探る必要がある。

### 3. 食塩摂取とからだのリズム

食塩のナトリウムと塩素は体液調節と血圧調節に影響する微量栄養素である。美味しさの基本となる大切な調味料である食塩は、食欲を高め、消化吸収に大切な栄養素である。一方、食塩摂取と血圧の間に相関があることはよく知られており、長期間、塩辛い食生活が習慣づくと高血圧になるので、健康も病気も塩加減一つである。

人の血圧は健康のバロメーターといわれ、血圧が低いと、血液中の栄養素が体を作っている臓器や組織のすみずみまで行きわたらないので生気がなくなる。低血圧の人は、朝目覚めた時にすぐに起きられず胃腸の調子もよくないなどの症状を訴える。逆に血圧が高いと、心臓に余分な負担をかけたり、血管がもろくなって脳出血を引き起こしたり、また動脈硬化が進展する。高血圧症は生活習慣病の1つとして、現代の高齢化社会を代表する病気になっている。このことを踏まえて、食塩の摂取と血圧との関係を時間栄養学の観点から検討した。高血圧の予防と治療の塩分制限は、特別な根拠もなく、朝昼夕の3食とも行われている。健康な女子大学生で、同じ高塩食を摂取しても1日の時刻によりナトリウムと塩素の尿排泄に差があることを見出した。朝や昼に比べて夕食後に食塩の尿排泄が多い。これは、朝に高く夜に低い血中アルドステロンの日周リズムと逆相関した。ミネラルコルチコイドのアルドステロンは、腎臓でのナトリウムの再吸収を促し間接的に昇圧作用を示す。また、副腎皮質ホルモンのグルココルチコイドはアルドステロンの感受性を高める。両ホルモンの血中レベルが高くなる朝は、仕事や活動をするために血圧が高くなりやすいのも当然かもしれない。ホルモンのリズムが正常であれば、血中アルドステロンの高い朝と昼に食塩を制限し、夕方は比較的制限をゆるやかにすることができる。食塩の閾値が高い朝に具だくさんの味噌汁は、低血圧状態の睡眠から目覚めて、仕事の活動しやすい血圧に戻すことができる。夜はむしろ食塩の閾値が低下して自然と血圧が正常レベルとなる<sup>3)15)</sup>。

### 4. スポーツ・運動と時間栄養学

スポーツ・運動は体力の向上と健康の維持・増進のために欠かせない。なぜ運動が必要か、運動しないとどうなるか、どのような運動をどれくらいするとよいかは、運動による健康づくりを考える上で大切である。

運動効果を高めるためにいつ、何を食べるとよいかは新しいスポーツ栄養学であり、逆に栄養効果を高めるにいつ、どのような運動をすると健康増進と生活習慣病の予防改善に適切かも食育の増進において重要である。

これまで論述したように基本的な生体リズムは約1日のサーカディアンリズムである。ヒトの体温は、起床直後から徐々に上昇し始め午後2時ごろにピークを迎え、睡眠時に最低値となり活動・休息リズムに連動している。身体能力や知的作業能力は体温リズムの影響を受け、肺活量や筋力は朝より体温の高い夕方にピークとなる。従って、身体機能や消化管機能にはピークを示す時間帯がある<sup>16)</sup>。

食物の消化吸収は食事の質や量によって影響を受けるだけでなく、日常の食習慣によって消化酵素の分泌リズムが形成され、食事時刻を予知して胃腸の働きが活発になる。同じ栄養物を摂取しても消化吸収や生体内の利用効率は生活時間帯によって異なることが考えられる<sup>17)</sup>。鉄分の吸収と食餌タンパク質の摂取時刻を調べるためにラットの門脈血中の鉄濃度を時間帯別に分析した。活動開始期に良質タンパク質を含んだ食餌を摂取すると、鉄分の吸収は高まることが認められた<sup>18)</sup>。

内因性の生体リズムは、受動的なホメオスタシスとは異なり、生活環境に適応するために一旦形成されると、たとえ一時的に生活リズムが乱れても維持される。しかし、不規則な生活習慣によって消化吸収やエネルギー代謝の日内リズムと摂食時刻にズレが生じると体調は崩れる<sup>19)20)</sup>。また、消化管機能がピークを示す夕方より夜遅い時間帯に脂肪の多い食事に偏ると肥満になりやすくなる<sup>21)</sup>。

体温や血圧、身体機能が最低値を示す早朝は、

激しい身体活動に最も適さない時間帯である。練習時間を得るために早朝に激しいトレーニングをする朝練は、ノルアドレナリンやアドレナリンの分泌を促進する。これらのホルモンが過剰になると心拍数や血圧が急上昇し心臓への負担も大きくなる。心筋梗塞や狭心症の発症は午前が多いことから、特に中・高齢者における早朝の運動には要注意である。一方、骨格や筋肉の構成に関与する成長ホルモンは、睡眠初期の深いノンレム睡眠時に分泌がピークとなる日内リズムを示し、「寝る子は育つ」の裏付けとなっている。成長ホルモンの分泌は強度の強いトレーニングによっても促進されるが、運動の実施時刻によって成長ホルモンなど内分泌・代謝の応答性も異なる。男子高校生を対象に朝方と夕方に1,800m走を負荷して成長ホルモンの血中への分泌を調べた。その結果、朝の運動よりも夕方の運動によって成長ホルモンの分泌が亢進した。成長・発達に深く関与する成長ホルモンだけでなく、エネルギー代謝に重要な役割を果たしている下垂体の甲状腺刺激ホルモンの分泌も夕方の運動で増加した。これらの研究結果から、午後から夕方にかけての時間帯のトレーニングは、安全で体に負担が少なく、より効果が得られやすいと考えられる<sup>22) 23)</sup>。

## 5. 食事摂取タイミング~いつ何を食べるとよいか? ~<sup>24)</sup>

### 1) 朝食の役割<sup>25)</sup>

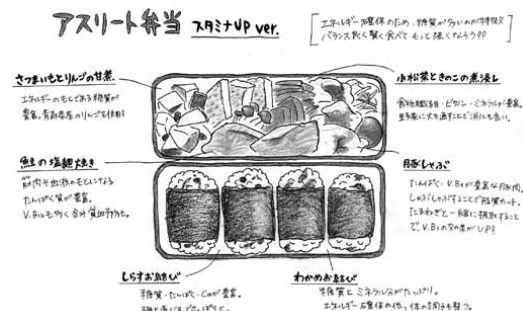
起床時は、前日の夕食からかなりの時間が経ち、肝臓の貯蔵型エネルギー源であるグリコーゲンが枯渇した状態である。朝食の欠食は、脳の唯一のエネルギー源であるグルコースが不足して判断力や意欲が低下する。朝食は、体温上昇を促し身体活動に必要な栄養量を供給する。そして、脳に「朝がきた」という信号を送り、日周リズムを正常に可動するスイッチの役割を果たしている。つまり、生体リズムを整えベストコンディションを生み出す基本は、バランスのある朝食を規則正しくきちんと食べることである。

朝食には、速やかにエネルギー源となる糖質と

昼食までエネルギーを持続させるための脂質が不可欠である。糖質の多いパンやごはん、卵や牛乳・肉・魚に豊富なタンパク質、サラダや果物に多いビタミンとミネラルが十分であればコンディションづくりに最適なバランス食になる。

### 2) 昼食の役割

朝食で摂取したエネルギーは、午前中の活動エネルギーとしてほぼ使い果たされる。昼食は午後の活動源として重要な食事となる。また、夕方の激しいトレーニングは成長ホルモンの分泌を促進する。成長ホルモンの効果を高めるためには体づくりの材料となるタンパク質など栄養素を豊富に含んだ昼食にある。その理由は食事から摂取した栄養物の消化吸収時間を考慮すると、4~5時間前の昼食の食事内容が重要なカギを握っている。エネルギー不足の状態でスポーツ活動を続けると、体タンパク質の分解が促進し、筋力や集中力の低下、疲労の原因となる。昼食は自宅以外の場所で摂取する場合、麺類やカレー・丼ものなど安価で容易に満腹感を味わうことのできる外食が多くなる。体力維持・向上に良質なタンパク質やビタミン類が必要で、ご飯などの主食と肉や魚の野菜、野菜の副菜を組み合わせるとよい<sup>26)</sup>。



### 3) 夕食の役割

トレーニング後の筋肉はエネルギー源が枯渇し、体タンパク質の分解が亢進した状態にある。体の疲れやダメージを一刻も早く取り除き、筋肉

の貯蔵型エネルギーであるグリコーゲンを速やかに回復させて、翌日に体調よく臨むためには、夕食の食事内容と摂取タイミングの工夫が秘訣となる。

運動直後に高糖質・高タンパク質の食事を摂取することは、運動後しばらく経ってから食事をするよりも筋肉タンパク質の合成や筋肉グリコーゲンの貯蔵が促進される。つまり、夕方の運動終了後は、できるだけ早く糖質とタンパク質を豊富に含んだ食事を摂取することが、疲労回復と体力向上に重要である。また、柑橘類などに含まれるクエン酸は乳酸の分解とグリコーゲン合成を促進する。従って、夕食には、ご飯などの糖質に脂肪分の少ない魚や赤身の肉、梅干し、オレンジ、グレープフルーツなどを積極的に加えるとよい<sup>27)</sup>。

#### 4) 夜食の問題<sup>5)6)</sup>

夜間のトレーニングや現代社会の夜型化によって夕食の時刻が遅くなると、同じ食事を食べても栄養物の代謝・利用に差が生じる。1日摂取量の3分の1に相当する量を通常より遅い時刻にラットに摂取させると、摂食に伴う筋肉グリコーゲンの増加が抑制される。さらに、血中の中性脂肪は遅い時刻に摂取するとすべての時間帯において高値を示す。同じ食事内容でも遅い時間帯の夜食では摂取した栄養物が筋肉グリコーゲンの合成に利用されず、脂肪合成に移行しやすいと考えられる。夕方の運動後、なるべく早い時間帯の夕食が、スポーツ選手の体力回復だけでなく、肥満やメタボリックシンドロームの予防にも効果的である。

#### 5) 時差ボケと国際競技

国際大会や海外遠征の際にスポーツ選手の大敵となるのが時差ボケである。時差ボケは現地時刻に体のリズムが同調できずに起こる現象で、夜間に不眠に陥り、頭痛やめまいなどの症状がおこる。通常、時差が4時間を超えると時差ボケが起こり、西回り（ヨーロッパ方面）よりも東回り（アメリカ方面）の方がその症状はひどくなる。

これは体のリズムが一日（24時間）よりも長い方が適応しやすいためである。

スポーツ選手は時差ボケによって精神力や有酸素能力、筋力の低下が起こり、その回復に5日以上も要する。そのため、国際大会でベストの競技力を発揮するためには、移動の数日前から睡眠・食事・トレーニングの時間を徐々に現地時刻に合わせた生活を送るように心がけるべきである。食事タンパク質は体調を整える生体リズムの形成に必須であり、魚介類や卵に多いビタミンB<sub>12</sub>は、睡眠リズムを整えて体のリズムを回復させる。時差ボケによって生じた生体リズムの修復には、これらの栄養素や食材を献立に活用しながら、食事時間を現地時刻に適応させることが得策となる。

食と食育は生体リズムを形成し、その生体リズムは体調を整え健康の道しるべとなる。時間栄養学は、スポーツ栄養分野などに幅広く貢献できると考える<sup>28)</sup>。

#### 6. カフェテリア形式における食行動に関する研究<sup>28)29)</sup>

健康増進だけでなく、生活習慣病の予防には食育が常に重要な役割を果たしている。しかし、食育と健康長寿に関する科学的根拠を明確にした研究がほとんどなく、しかも、食育の実践報告に関するエビデンスも少ない。一方、糖分や油脂に富む食品を本格的に摂取しやすい食習慣がヒトやラットで報告されている。ヒトを含めた高等動物は、それぞれの適した体重を保ちながら活発に活動するための摂食行動を調節する「食欲」という本能が備わっている。食欲は健康に生きるために大切なバロメーターであり、体に不足している栄養素を摂取する生理的要求である。そこで、十分な量の食べ物を自由に選択できる食環境下においてどのような栄養組成を欲求するのか調べた。研究方法として栄養組成の異なる数種類の実験食をラットに1日3回カフェテリア形式で選択させた。栄養摂取のベースラインとなる本能的食行動を知ることは「食育と健康」を考える上で重要である<sup>30)31)</sup>。

結果は雌雄ともに栄養バランスの良い標準食よりも高脂肪・高タンパク質（小麦）食と、高脂肪・高砂糖食を好んだ<sup>32)</sup>。Drewnowskiらは、砂糖や油脂を豊富に含んだ餌は、本能的に嗜好性が高く過剰に摂取されやすいということを報告しており<sup>33)</sup>、この実験結果と、今回の研究成果は類似した。また、脂肪、砂糖、タンパク質といった単独の栄養素に特化すると、砂糖成分を好んだ。しかし、高脂肪に他の栄養素を組み合わせた場合は高タンパク質（小麦）食を好むことから、食餌性の脂肪と砂糖では嗜好性に与える影響が異なると考えられる。

同じ脂肪エネルギー比でもプロテインスコアの低い高脂肪・高タンパク質（小麦）食は積極的に好み、プロテインスコアの高い高脂肪・高タンパク質（カゼイン）食への嗜好性が低かった。さらに、カゼインと小麦タンパク質、つまり、質的に異なる食餌タンパク質のいずれを選択するかを調べてみた。その結果、高砂糖食においてカゼインを、高脂肪食と高タンパク質食においてプロテインスコアの低い小麦タンパク質を好む傾向を示した。このことから、食餌タンパク質も嗜好性に影響を与えたと考えられる。出口らの報告<sup>34)35)</sup>ではタンパク質の質を変えてラットに自由摂食させると、タンパク質のカゼインのみとする群に比べて小麦タンパク質のみとする群の方は摂食量が少なかった。これまで、ラットはリジンの欠乏程度を消化管で感知し、その情報を中枢に伝達して、食欲を低下させた。それに伴って、体内のタンパク質合成や成長が抑制されることが報告されている<sup>36)</sup>。また、リジンが欠乏した飼料をラットに与え、同時にすべての必須アミノ酸を含む14種類のアミノ酸水溶液を自由に選択摂取させるとリジン溶液を積極的に摂取することが報告されている<sup>37)</sup>。しかし、リジン欠乏食を摂取したラットが自発的にリジン溶液を選択する理由とそのメカニズムは不明である。また、多く摂取された小麦タンパク質には必須アミノ酸であるリジンが不足していることから、小麦タンパク質よりカゼインタンパク質を選択した高砂糖食の場合は、制限ア

ミノ酸の能動的摂取が認められ、逆に、高脂肪食では、この能動的摂取が抑制されている可能性が考えられる。この違いに関する体内調節系として、インスリンなどの内分泌系が考えられるが、詳しいメカニズムについては全く不明である。

カフェテリア形式で飼育したラットの体脂肪重量は、通常の標準食を1日3回摂食させた先行研究<sup>5)6)</sup>の結果に比べ、どの脂肪組織部位においても体重100gあたりの体脂肪量は増加した。したがって、本能的な嗜好性で自由に摂食させると、みかけの体重は同レベルでも体脂肪が増加しやすく、かくれ肥満になりやすいと考えられる。

以上の結果から、本能的に自由に食餌選択させると栄養組成的に優れている標準食よりも生活習慣病を誘発する高脂肪食や高砂糖食を好み、この嗜好性は栄養素の組み合わせによっても変化した。このメカニズムが明確になれば肥満や生活習慣病の予防に寄与すると考えられる。

## 7. 時間栄養学の知見から世代別の食育を考える

### 1) 母と子の絆をつくる

母乳は、生後5～6か月までの赤ちゃんにとって唯一の栄養源で、消化吸収されやすく、成長発育にかかせない。また、哺乳行動は母と子の絆をつくり、初期の子育てに大切である。5～6か月になると母乳だけでは栄養が足りなくなるので、離乳食を開始し、生後500日（約1歳半）になると食べものから栄養のほとんどを摂るようになり、離乳食が終わる。1日3回の食事だけでは胃腸の負担も大きいので、成長発育には1～2回の間食も必要である。

### 2) 食事の時には空腹感を体験させて

幼児期は、好き嫌いやむら食いをしやすくなり、食事の時には十分な空腹感を体験させて、食べる意欲を促すことが大切である。空腹感は体の基礎をつくる成長ホルモンの分泌を高め、規則正しい食習慣が、子どものしつけと健やかな成長発育に関わっている。乳幼児は母乳の甘みを覚えて

甘いものをよく好むので、薄味で美味しさがわかるように味覚を鍛えておく。子どもの言いなりになって甘いジュースを不必要に与えないこと、特に食前はよくない。甘々な親にならないことが、子育てのコツである。

### 3) 油っこい食べ物は成長を阻害

学童期（小学生）は、成長と心身の発達が目覚ましい時期だけに食欲も旺盛である。スクスク育つ身体と活発な運動量に見合った食事は、量のバランスが大切である。学童期は、背丈がグングン伸びる時期とゆっくりと伸びる時期がある。このゆっくりとした成長一時休止時に肥満になりやすく、朝食の欠食と運動不足で加速する。動物性食品は発育には欠かせないが、そのままでは脂肪分も多くなる。スナック菓子やフライドポテトなどの油っこい食べ物は子ども達の好物であるが、食べすぎると成長発育を左右する成長ホルモンの分泌が低下する。つまり、脂肪分を落とす調理方法と油脂を少なくした献立作りがポイントである。学童期の食育では、規則正しい食習慣だけでなく、農業体験（栽培）、買い物、調理（作る、後片付け）も健康の土台を築く上で大切である。さらに、食べ物や健康に対して関心を持ち、生きるためには自分が何をどれくらい食べればよいかを知り、食べ物を選び、正しく食べていく能力、つまり「食べる力」が重要である。「食べる力」と生活環境に関連性があり、一人で食べるよりも一緒に食べる方が、食に対する知識やスキルが身に付く。団らんはコミュニケーションの場となり、心と体の栄養になる<sup>38)</sup>。

### 4) 噛み砕く「咀嚼」の重要性

近頃の若者は、やわらかくて食べやすい食事を好む傾向にある。手軽で、調理をしなくてもよく、飲み込めばすむ食生活が定着している。健康的な食べ方に食物を噛み砕く「咀嚼」の重要性が注目されている。例えば、粒状のコメや食物繊維の多い野菜、きのこ、海藻は咀嚼を促す食材であり、「咀嚼」という情報が脳に伝わると、ヒスタ

ミン神経系の働きが活発化される<sup>39)</sup>。

よく噛んで食べることは眠気の防止「ねぶた」だけでなく集中力を高め、学力向上にも有効である。その他に、脳と腸を結ぶ脳腸ホルモンや食欲や睡眠、不安感、焦燥感、記憶力、学習力に影響することが知られている。つまり、「腹をくくる」「腹が立つ」「腹に据えかねる」も脳と腸のつながりを示している。青年期には菌ごたえのある、腹持ちのいい食事が大切である。また、一人の食事（孤食）だと、食事時間が短くなり、咀嚼回数が少なくなる。咀嚼＝「噛む」行為には、いろいろな力がある。よく噛めば、脳の中にヒスタミンが増加し、食べる量を調節するだけでなく、体脂肪の燃焼を促し、肥満予防につながる。また、唾液が多く分泌されると、胃腸の働きが良くなる。唾液には発がん物質（ニトロソアミン）を作る働きを抑える作用があるので、がん予防にもなる。

孤食は、食事時刻も不規則になり、食事内容や栄養の偏りから体調にも影響する<sup>40)</sup>。親しい人と一緒に食べれば、自然と規則正しい食生活になり、栄養バランスもよくなる。楽しさや和みを感じることで副交感神経が刺激され、唾液の分泌が増える効果もある。

### 5) 妊娠中のビタミンB群は不可欠

妊娠中の母子の健康を維持するには、体重増加に見合った栄養摂取やビタミン摂取が重要である。とりわけ、水に溶けやすいビタミンB群の葉酸は、体をつくる過程の遺伝情報を間違えずに作動させる。遺伝情報を伝える成分の合成に必要な葉酸が充分にあっても、その働きを支えるビタミンB<sub>12</sub>とビタミンCの存在もかかせない。

### 6) 妊娠期の栄養バランスこそを大切

妊娠期の食欲は、胎児の栄養補給のために強化される。食欲に任せて妊娠中に過度に体重が増え、妊娠性高血圧症候群や糖尿病のリスクが高まる。

一方で、極端な食事制限も妊婦の健康と胎児の未来によくない。最近、低出生体重児が増加の傾

向にある。「小さく生んで大きく育てる」は考えもので、低出生体重児に多い疾患として、2型糖尿病、腎臓病、高血圧、神経発達異常、脂質異常症などがあり、妊婦の不必要なダイエットや夫からの受動喫煙も含めた喫煙が生活習慣病の発症リスクを高める。妊娠期の栄養バランスは大切で、母子の健康に食育が重要である。妊婦は、たとえ1食でも菓子類などで食事をすませることのないようにする。

#### 7) 生活習慣病の背景に「インスリン抵抗性」

40歳代、50歳代を迎えると、お腹が出たり、胴のくびれが減り、体系的に貫録もつき、中年太りになる。若い時の自慢話も無意識に多くなり、鏡に映る髪の毛も薄く、小さくて細かい文字が見えにくくなる。若いころに比べて体重が増え、健診を受けると血圧や血糖、血中の中性脂肪やコレステロール、尿酸、肝機能などに異常値が多くみられ、生活習慣病の強力な予備群になりかねない。この生活習慣病の背後にインスリン抵抗性(インスリンの働きが悪くなること)があげられる<sup>41)</sup>。

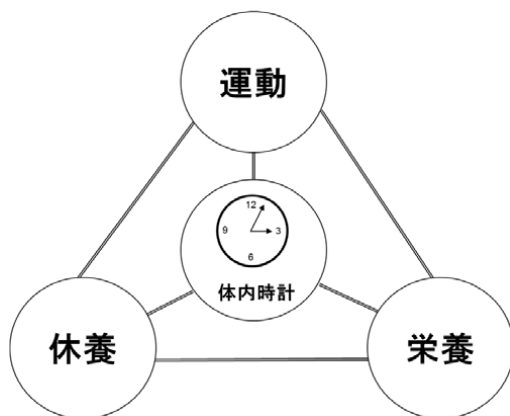
#### 8) バランスのよい食事と日々の運動が大切

満ち足りた生活環境のなかで、あまり運動をせず小太りになっていくようなライフスタイルで年齢を重ねていくと、知らず知らずのうちにインスリン抵抗性が增大する。インスリンに対する筋肉を中心とした末梢組織の感受性が低下すると、その代わりにインスリンが過剰に分泌されるので、見かけ上耐糖能などは一時的に改善される。しかし、高インスリン血症は肥満、耐糖能障害、脂質異常症、高血圧等を誘発する。一方、運動能力の高い人ほど死亡率が低く、高血圧の頻度も少なく、生活習慣病の予防における運動の重要性が明らかにされる。運動によってインスリンの効き目(感受性)をよくして、少ないインスリンでより多くのグルコース(ブドウ糖)を処理することができる。適度でバランスのよい食生活と日々の運動は、膵臓からインスリン分泌を節約しながら、

血糖調節を行うので、糖尿病の予防に有益である。メタボリックシンドロームの原因は夜つくれる。夕食は腹八分目で、朝や昼に野菜や良質なタンパク質を摂る食事を心がける<sup>42)</sup>。

食と栄養は生体リズムを形成し、その生体リズムは体調を整え、健康の道しるべとなる。「いつ何を食べるか」の時間栄養学は健やかに楽しく生きるための新しい栄養学である。

従って、時間栄養学は食育の科学的重要性を浮彫にし、健康づくりと生活習慣病の予防に不可欠と考えられる。



#### 【文献】

- 1) 加藤, 西田: 時間栄養学から朝食の必要性を考える ~体内時計と栄養の深い関係~, 大阪保険医雑誌, 553, 12-18 (2012)
- 2) 加藤, 国信, 齋藤, 出口, 西田, 加藤: 時間栄養学と健康, 日本薬理学会誌, 137, 120-124 (2011)
- 3) 加藤, 中村, 西田: 時間栄養学 ~時計遺伝子と食事のリズム~, 女子栄養大学出版部, 75-107 (2009)
- 4) 加藤, 三浦, 西田, 河原: からだのリズムと生活習慣病, 日本体質学雑誌, 63, 19-21 (2001)
- 5) 保手濱, 酒井, 植田, 佐野, 加藤, 西田: 夜食の摂取による筋肉グリコーゲン代謝への影響, 広島スポーツ医学研究会誌(12), 36-39 (2011)
- 6) 保手濱, 植田, 出口, 佐野, 加藤, 西田: 非活



- 動期の食餌摂取による糖質代謝リズムへの影響, 県立広島大学人間文化学部紀要(7), 43-51 (2012)
- 7) Kato, Saito, Suda : Effect of starvation on the circadian adrenocortical rhythm in rats. *Endocrinology*, 106(3), 918-920 (1980)
  - 8) Saito, Kato, Suda, Yugari : Parenteral feeding abolishes the circadian adrenocortical rhythm in rats. *Experientia*, 37(7), 754-755 (1981)
  - 9) Kato, Saito, Shimazu : Attenuated blood corticosterone rhythm in rats with jejunal resection. *Life Sciences*, 34, 331-335 (1984)
  - 10) 加藤, 斉藤, 嶋津, 大ヶ瀬, 谷岡 : ヒト副腎皮質ホルモンの日内変動におよぼす経腸栄養の効果, 日本栄養・食糧学会誌, 37(1), 9-12 (1984)
  - 11) Kato, Saito, Shimazu, Ogase, Tanioka : Effects of cyclic and continuous total enteral nutrition on circadian cortisol rhythm. *J. Clin. Biochem. Nutr.* 2, 83-89 (1987)
  - 12) Saito, Kato : Roles of glucocorticoid in circadian changes in the plasma insulin response to food intake in rats. *Biomedical Research*, 8 (5), 323-328 (1987)
  - 13) Saito, Nishimura, Kato : Modifications of Circadian Cortisol Rhythm by Cyclic and Continuous Total Enteral Nutrition. *J. Nutr. Sci. Vitaminol*, 135, 639-647 (1988)
  - 14) 西田, 加藤 : 高齢および摂食・嚥下障害者の栄養改善, 日本病態栄養学会誌, 4(2), 79-84 (2001)
  - 15) Kato, Taguchi, Okuda, Kondo, Takara : Antihypertensive effect of chitosan in rats and humans. *Journal of Traditional Medicines*, 11(3), 198-205 (1994)
  - 16) 嶋津, 加藤, 増山 : 健康の科学, 化学同人 (2001)
  - 17) Saito, Kato, Suda : Circadian rhythm of intestinal disaccharidases of rats fed with adurnal periodicity. *American Journal of Physiology*, 238(2), G97-G101 (1980)
  - 18) 植田, 保手濱, 出口, 市川, 佐野, 加藤, 西田 : 糖質代謝リズムにおける食餌蛋白質の組み合わせと摂食時刻による影響, 県立広島大学人間文化学部紀要(7), 53-62 (2012)
  - 19) 斉藤, 加藤 : 摂食予知行動と代謝リズム, 蛋白質・核酸・酵素 (特集) 生物リズムと生物時計, 27(2), 134-142 (1982)
  - 20) Saito, Kato : Circadian Clocks and Zeitgebers. 「Circadian anticipatory response to food intake in behavioral and endocrine functions. 146-156 (1985) Hokkaido Univ. press, Sapporo
  - 21) 大谷, 市川, 西田, 本庄, 加藤 : 食餌の組み合わせと摂食時刻の違いによる生体への影響, 県立広島女子大学生生活科学部紀要(8), 73-80 (2002)
  - 22) 加藤, 石倉, 岡, 宗正, 岡元, 中田, 田口 : 1日の運動時刻による運動機能・生理機能の相違, 日本栄養・食糧学会誌, 45(1), 33-38 (1993)
  - 23) 加藤, 田口, 石倉, 奥 : 三大栄養素の運動生理生化学機能への影響, 運動生化学, 6, 67-74 (1994)
  - 24) 加藤, 苧坂, 山田, 花田, 齋藤 : 時間栄養学から見た糖質代謝と食育, 砂糖・でん粉情報 (独立行政法人 農畜産業振興機構), 10, 1-3 (2013)
  - 25) 加藤, 中村, 西田 : 考えよう時間栄養学の大切さ ~食とからだのリズム~, 日本栄養士会誌, 11, 4-11 (2009)
  - 26) 西田, 加藤 : 時間栄養学からスポーツ・運動を科学する, *Food style* 21, 16(8), 23-25 (2012)
  - 27) 竹内, 保手濱, 江島, 中田, 佐野, 加藤, 西田 : 食餌内容と摂食時刻のいずれが生体に影響するか?, 広島スポーツ医学研究会誌(13), 29-32 (2012)
  - 28) 森, 加藤 : 「早寝・早起き」で始まる食習慣, 児童心理, 1, 97-101 (2007)
  - 29) 森, 岩本, 鄭, 西田, 杉内, 加藤 : 児童生徒の身体状況と生活習慣の季節的变化, 県立広島大学人間文化学部紀要(2), 27-32 (2007)
  - 30) 前田, 相原, 劉, 西野, 古川, 加藤 : 食べる力と嗜好性, 広島スポーツ医学研究会誌(10), 27-29 (2009)
  - 31) 白根, 齋藤, 劉, 溝田, 前田, 高田, 加藤 : 高校生の運動能力と「食べる力」について, 広島スポーツ医学研究会誌(11), 58-61 (2010)
  - 32) 苧坂, 浅香, 藤田, 国信, 佐野, 加藤 : カフェテリア形式を用いた摂食行動に関する研究, 広島スポーツ医学研究会誌(14), 43-47 (2013)
  - 33) Drewnoski A et al : Metabolic determinants of binge eating. *Addict Behav.* 20(6) 733-745 (1995)
  - 34) 出口, 植田, 齋藤, 佐野, 加藤, 西田 : 肝臓の糖質代謝リズムに関する研究(1) ~特に摂食時刻に関して~, 県立広島大学人間文化学部紀要(6), 25-33 (2011)
  - 35) 出口, 保手濱, 国信, 中田, 佐野, 加藤, 西田 : 肝臓の糖質代謝リズムに関する研究(2) ~特

- に食餌蛋白質の影響について～，県立広島大学人間文化学部紀要(6)，35-43 (2011)
- 36) Canfield LM et al: Effect of low lysine diet on rat protein metabolism. J. Nutr. 108(8), 1343-1347 (1978)
- 37) 鳥居：味覚と嗜好性 ～栄養バランスと生体恒常性の担い手～，栄養学雑誌，58(2)，49-58 (2000)
- 38) 国信，浜崎，杉原，西田，加藤，渡辺：健康的な減量における生活習慣の役割，広島スポーツ医学研究会誌(10)，24-26 (2009)
- 39) 吉松，坂田：神経ヒスタミンによる食行動およびエネルギー代謝調節，日本味と匂学会誌，7(1)，61-72 (2000)
- 40) 渡辺，中村，市川，加藤，河原，西田：生活環境が体力づくりに影響する，広島スポーツ医学研究会誌(4)，17-21 (2003)
- 41) 市川，東沖，稲垣，山下，吉村，加藤：メタボリックシンドローム改善への取り組みと成果，広島スポーツ医学研究会誌(10)，18-20 (2009)
- 42) 西田，江口，佐野，国信，中田，加藤：脂質異常症と生活習慣の関連，広島スポーツ医学研究会誌(12)，25-30 (2011)