

<研究論文>

# 大学男子サッカー選手におけるプレシーズンのトレーニング時の移動距離が身体組成の変化に与える影響

齋藤遼太<sup>1)</sup>, 甲斐智大<sup>1)</sup>, 長島未央子<sup>1)</sup>, 赤嶺卓哉<sup>1)</sup>, 高井洋平<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup>鹿屋体育大学

## 1 緒言

サッカーは、1試合90分で行われるスポーツであり、選手は1試合に10~12km移動する。その移動は、様々な速度帯域での移動を間欠的に繰り返すものである。競技水準が高い選手は、試合時に高強度での移動距離が多いといわれている。また、試合時の移動は、主に有酸素性エネルギー供給によるものであり、その移動距離は、間欠的持久力の指標となるYo-Yo Intermittent Recovery Test (YYIR) の成績と関連する。したがって、シーズン時に間欠的持久力を高いレベルで維持することが重要であると考えられる。

本学サッカー部のシーズン時のYYIRの成績の増

減は、体脂肪率の変化の程度に関連することが示されている(図1)。身体組成と走距離パフォーマンスとの関連を調べたCureton et al. (1978)は、体重の5, 10および15%の負荷を課して12分間走を行った結果、外的負荷の増大に伴って総移動距離が減少することを示した。これらの結果は、サッカー選手の身体組成を適切に維持または改善させることが重要であることを示唆している。

身体組成に影響する要因として主に栄養摂取状況とトレーニング時の運動量が考えられる。栄養摂取が身体組成に及ぼす影響として、海老ら(2006)は、高校野球選手を対象に栄養指導を介入し、全体のエネルギー摂取量(主に米飯を中心に穀類の摂取

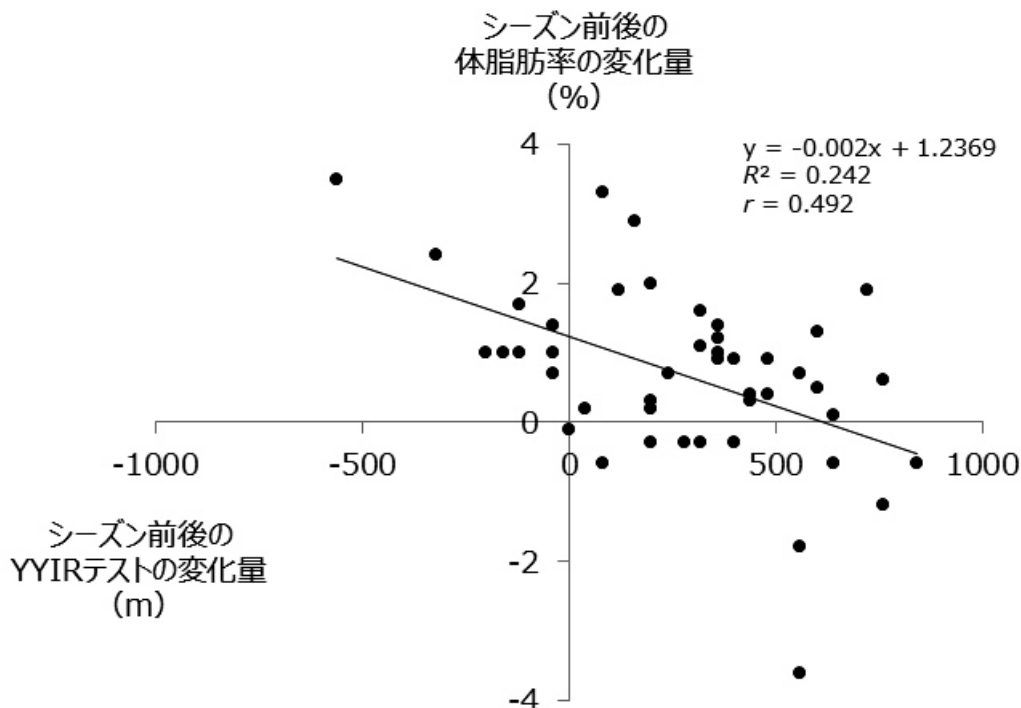


図1. 大学サッカー選手におけるシーズン前後の体脂肪率とYo-Yo Intermittent Recovery Test (YYIR) の成績の変化量との関係

量)を増やした選手が除脂肪量を増加させたことを示した。また、自転車エルゴメータを用いて1日20分間(週2~5回)のトレーニングによる体脂肪率の減少の程度は、摂取エネルギー量と関連し、摂取エネルギー量が少ない人ほど体脂肪率の減少が大きい(堀尾と河村, 1998)。これらの先行知見は、エネルギー摂取状況が、スポーツ選手の身体組成に影響することを示唆するものである。

サッカー選手のトレーニング時の運動量を定量するために、Global positioning system (GPS) が用いられている (Malone et al., 2015)。この方法は、GPSを用いて選手の位置座標を計測し、Time-motion分析から選手の移動距離を算出することが可能 (Aughey, 2011) であり、得られる変数に高い信頼性があるとされている (Johnston et al., 2012)。そこで、本研究では、大学サッカー選手を対象に、プレシーズン時のトレーニング量と栄養摂取量との関連から身体組成に与える影響について明らかにすることを目的とする。

## II 方法

### 1. 対象者

対象者は、大学サッカー部に所属する男子選手11名とした。対象者の身体特性は、表1に示すとおりである。すべての選手は、週に6日間、1日2時間程度のトレーニングを行っていた。実験に先立ち被検者には、実験の目的、測定の内容および安全性について十分な説明を行い、実験参加の同意を得た。なお、本研究の実施は鹿屋体育大学倫理審査委員会の承認を得た。

### 2. 実験プロトコル

対象者は、プレシーズン開始 (Pre) からインシーズン直前 (Post) まで、トレーニング時にGPSセンサーを付けてサッカーのトレーニングを行った (調査期間: 2017年1月~3月)。この期間は約1か月のオフシーズンの後で、インシーズンに向けてトレーニング量も多く、選手がシーズン時に高いパフォーマンスを発揮するための準備をする時期であり、身体組成が変化する時期である (Milanese et

al., 2015)。栄養摂取量の調査は、測定期間の最初と最後における1週間分の食事調査を行った。身体組成の測定は、PreとPostに行われた。

### 3. 身体組成の測定

スポーツ選手の身体組成の定量について高い信頼性および再現性を有している二重エックス線吸収法 (DXA) (Hologic Delphi A-QDR, USA) (Bilsborough et al., 2014, Takai et al., 2018) を用いて、全身の脂肪量、除脂肪量および体脂肪率を測定した。部屋の温度は、22°Cに保たれていた。対象者の測定姿勢は、ベッドの上で両腕と両脚を伸ばした仰臥位姿勢であった。得られたレントゲン写真から、全身および上肢、体幹、下肢におけるセグメント別の脂肪量、除脂肪量および体脂肪率を専用のソフト (Hologic Delphi A-QDR, USA) を用いて算出した。脂肪量および除脂肪量について、Preからの変化率を算出した  $[(\text{Post}-\text{Pre}) / \text{Pre} \times 100 (\%)]$ 。体脂肪率では、Preからの変化量を算出した (Post-Pre)。

### 4. GPSの測定

トレーニング時の移動距離を定量するために、GPS (SPI-ProX, GPSports) を用いて選手の x および y 座標を計測した。対象者は、ポケットが付いた専用のベストを着用し、重さ80gのGPSセンサーをそのポケットに入れて、トレーニングを行った。サンプリング周波数は、5Hzであった。トレーニング終了後に、データをパーソナルコンピュータにダウンロードした。専用のソフトウェア (Team AMS, GPSport) で、15Hzに内挿された。トレーニンググラウンド内の任意の地点の位置座標を記録し、その地点を原点とした。得られたデータから、緯度と経度を補正した後に、各選手の位置座標を相対的に表した。

得られた位置座標から変位を算出し、それを移動距離とした。また、移動距離から移動速度を算出した。分析項目は、総移動距離および速度帯域別の移動距離であった。分析に用いた速度帯域は、 $<3.33\text{m/s}$ ,  $3.33\sim 5.0\text{m/s}$ ,  $>5.0\text{m/s}$  とし、それ



	C	D	E	F	G	H	I
1							
2	【 <sup>01</sup> 食品名】	【 <sup>02</sup> 重量変化率】	【 <sup>03</sup> 調理前重量】	【 <sup>04</sup> 重量】	01 <sup>05</sup> 栄養率	02 <sup>06</sup> エネルギー	03 <sup>07</sup> 水分
3				(g)	%	kcal	g
4	めし・精白米(水稲)	210		300	0	504	180.0
5	麦みそ			12	0	24	5.3
6	木綿豆腐			40	0	29	34.7
7	鶏卵・全卵・生			50	15	76	38.1
8	みりん風調味料			1	0	2	0.4
9	うすくちしょうゆ			1	0	1	0.7
10	豚・ソーセージ・ウィンナー			60	0	193	31.8
11	しゅうまい・冷凍			30	0	65	17.5
12	レタス・生			40	2	5	38.4
13	ドレッシングタイプ和風調味料			5	0	4	3.6
14			Σ合計(4-13)	539		901	350.5
15							
16							
17	めし・精白米(水稲)			200	0	336	120.0
18	大根・根、皮つき・生			40	10	7	37.8
19	若鶏・むね、皮つき・生			40	0	76	27.2
20	かいわれ大根・芽生え・生			7	0	1	6.5
21	鶏卵・全卵・生			50	15	76	38.1
22	葉ねぎ・葉・生			1	6	0	0.9
23	みりん風調味料			3	0	7	1.3

図2. 食事調査に用いた写真(上段)と栄養計算分析ソフトの1例(下段)

それぞれ低強度、中強度および高強度と定義した。すべての分析は、Matlab (MATLAB R2011b, Math Works社製, USA) を用いて行った。

### 5. 栄養摂取量の測定

PreおよびPostで、1週間の食事調査を行った。対象者は、1週間分の朝食、昼食、夕食および間食を撮像した。その写真に基づいて、管理栄養士の資格を持つ検者が食物摂取頻度を記載した後、専用の解析ソフト (V8EX栄養君2015) を用いて、各選手の栄養摂取量を解析した。図2に、解析に用いた写真と栄養計算ソフトの例を示す。各栄養素の変化量 (Post-Pre) を算出した。

### 6. 統計処理

すべての値は、平均値および標準偏差で示した。すべての変数について、PreとPostとの間での有意

な差を明らかにするために、対応のある t 検定を用いた。体脂肪率、体脂肪量および除脂肪量を従属変数とし、トレーニング時の各移動距離および各栄養摂取量を独立変数として、それぞれの間の相関関係を調べるために、ピアソンの積率相関係数 ( $r$ ) を算出した。すべての統計処理は、統計処理ソフト (SPSS ver. 22, IBM) を用いて行った。いずれも有意水準は、5%未満とした。

## III 結果

### 1. プレシーズンにおける身体組成および栄養摂取量の変化 (表1)

体重および身体組成は、プレシーズンで有意な変化は認められなかった。栄養摂取量では、タンパク質の摂取量がPostで有意に減少した ( $p = 0.046$ )。脂質は減少傾向であったが、有意ではなかった ( $p = 0.059$ )。その他の栄養では、プレシーズンで有意

表1 プレシーズンにおける身体組成および栄養摂取量の変化

	preseason初期 (Pre)	preseason直前 (Post)
身長, cm	173.9 ± 4.5	173.8 ± 4.7
体重, kg	68.6 ± 6.2	68.5 ± 5.9
BMI, kg/m <sup>2</sup>	22.7 ± 1.5	22.6 ± 1.4
体脂肪率, %	10.8 ± 1.8	10.8 ± 2.1
体脂肪量, kg	7.3 ± 1.6	7.3 ± 1.7
除脂肪量, kg	57.2 ± 4.6	57.2 ± 4.6
総エネルギー量, kcal	2126.7 ± 516.9	1994.6 ± 428.8
水分, g	831.1 ± 207.9	745.1 ± 167.8
タンパク質, g	76.9 ± 14.9	62.2 ± 13.7*
脂質, g	76.7 ± 15.0	62.5 ± 14.5
炭水化物, g	264.6 ± 87.1	281.1 ± 65.4

値は、平均値±標準偏差を示す

\*、PreとPostの有意差を示す

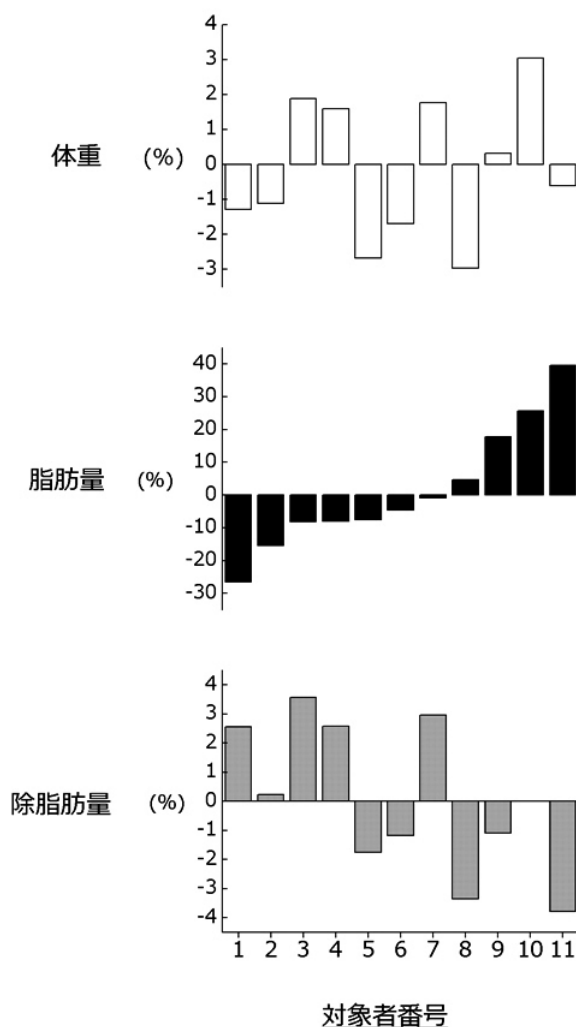


図3 プレシーズンにおける対象者の体重, 脂肪量および除脂肪量の変化率

な変化は認められなかった。図3に、プレシーズンにおける全対象者の体重、脂肪量および除脂肪量の変化率を示す。それぞれの変数の変化率の変動は、体重で-3.0%~3.0%、脂肪量で-26.6%~39.6%、除脂肪量で-3.8%~3.6%であった。

## 2. 身体組成の変化率（量）と栄養摂取量の変化量との関係

除脂肪量の変化率は、エネルギー量 ( $r = 0.554$ ,  $p = 0.077$ ) および脂質の摂取量 ( $r = 0.576$ ,  $p = 0.064$ ) の変化量と相関傾向にあったが、それらの関係は有意ではなかった。その他の栄養摂取量の変化量と身体組成の変化率との間に有意な相関関係は認められなかった。

## 3. 身体組成の変化率（量）とトレーニング時の移動距離との関係（図4）

体脂肪率の変化量は、総移動距離 ( $r = -0.633$ ,  $p = 0.037$ ) および高強度での移動距離 ( $r = -0.655$ ,  $p = 0.029$ ) と正の相関関係にあった。脂肪量の変化率は、高強度での移動距離と有意な相関関係 ( $r = -0.645$ ,  $p = 0.032$ ) であり、総移動距離とは相関傾向 ( $r = -0.563$ ,  $p = 0.071$ ) であった。除脂肪量の変化率は、高強度での移動距離と有意な相関関係にあった ( $r = -0.690$ ,  $p = 0.019$ )。総移動距離に占める低強度での移動距離の割合は、体脂肪率の変化量 ( $r = 0.672$ ,  $p = 0.024$ ) および体脂肪率の変化率 ( $r = 0.609$ ,  $p = 0.047$ ) と正の相関関係にあったが、除脂肪量の変化率とは負の相

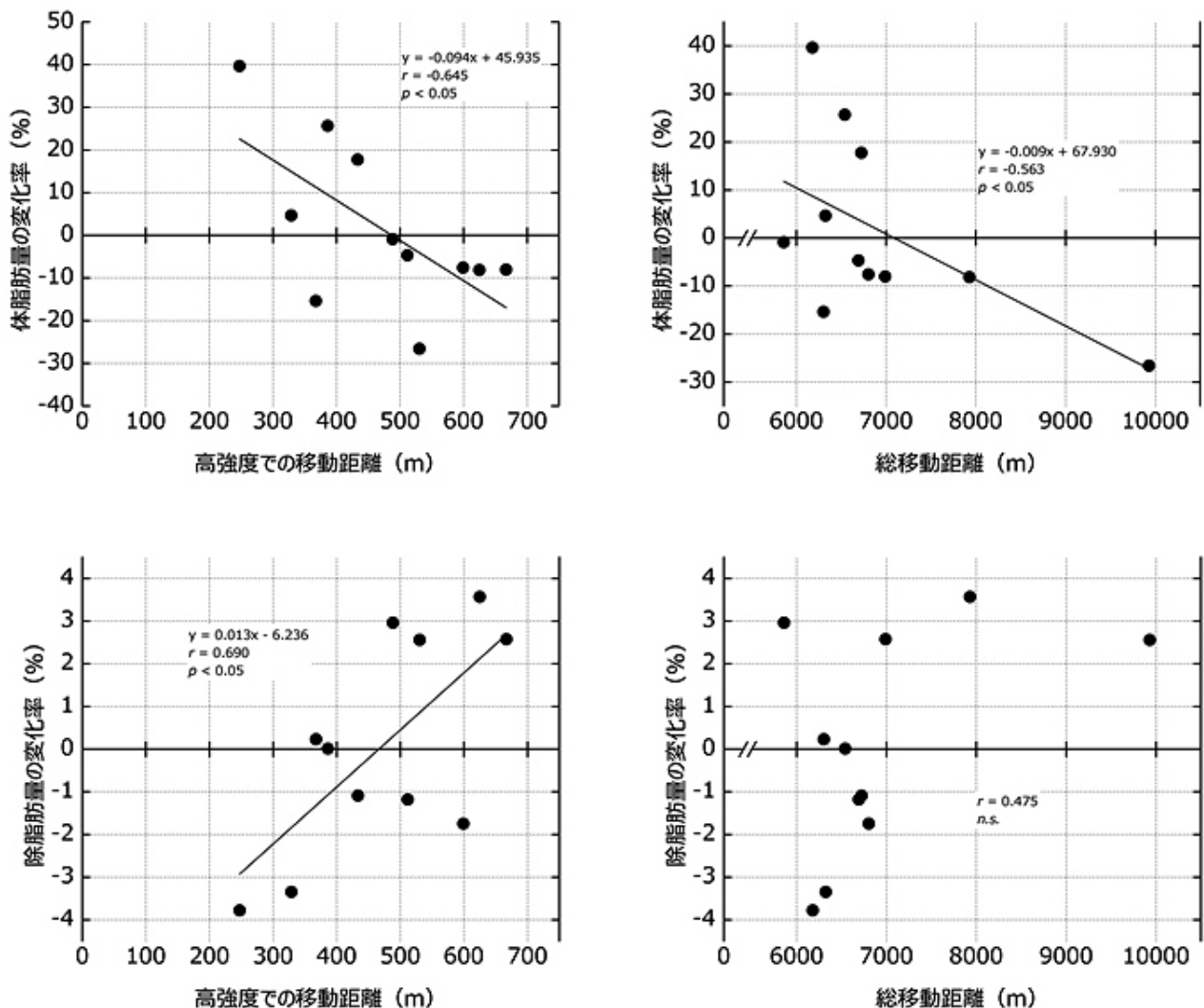


図4 プレシーズンにおける最強度での移動距離（左）および総移動距離（右）と体脂肪量および除脂肪量の変化率との関係

関傾向にあった ( $r = -0.550$ ,  $p = 0.079$ )。

#### IV 考察

本研究で得られた知見は、プレシーズンにおける大学男子サッカー選手の身体組成の変化は、体脂肪および脂肪量ではトレーニング時の総移動距離および高強度での移動距離と、除脂肪量では高強度での移動距離とそれぞれ関連したことであった。

本研究では、体脂肪率、体脂肪量および除脂肪量はいずれもプレシーズン前後で有意な変化は認められなかった。ヨーロッパのプロサッカー選手の体脂肪量および除脂肪量はプレシーズン時に変化すること (Milanese et al., 2015) が示されており、本研究の結果はそれを支持しなかった。この要因として、栄養摂取量の影響が考えられる。本研究では、除脂肪量の変化率は、エネルギー量および脂質の摂取量と相関傾向にあった。このことは、これらの栄養摂取の程度が除脂肪量の変化に影響する可能性を示唆している。一方で、本研究で調査した栄養摂取量は、平均で2127kcal/日であった。これまでに報告されている高校生野球部員栄養摂取量は3,548kcal/日であること (海老ら, 2006) や、18歳から29歳の推定エネルギー必要量が2650kcal/日であることから考えると、本研究の対象者の平均エネルギー量が低いことが分かる。このことが、栄養摂取量がプレシーズンにおける身体組成の変化に影響しなかった要因の1つと考えられる。

トレーニング時の移動距離について、本研究で対象としたサッカー選手のトレーニング時の総移動距離は1日当たり $6934 \pm 1129$ mで、高強度での移動距離は $471 \pm 132$ mであった。ヨーロッパのプロサッカー選手のトレーニング時の総移動距離は平均で6182mで、高強度での移動距離は243mであった。総移動距離および高強度での移動距離ともにヨーロッパのプロサッカー選手よりもトレーニング時の移動距離が高い。本研究の結果では、体脂肪率、体脂肪量および除脂肪量は、総移動距離または高強度での移動距離と関連することを示した。このことは、プレシーズン時の総移動距離および高強度の移動距離が多いものほど、体脂肪を減少させ、除脂肪

量を増加させることを示唆している。それにも関わらず、プレシーズン時に身体組成が有意に変化しなかったのは、栄養摂取量が低かったことが考えられる。

身体組成の変化率と移動距離の関係から得られた回帰式に基づいて、大学サッカー選手がプレシーズンにおける1日のトレーニング量を算出した。体脂肪量を減少させるためには、総移動距離で7548m、高強度の移動距離で489mである。除脂肪量を増加させるためには、高強度の移動距離を480mである。総移動距離に占める高強度の移動距離の割合は約6.5%であることが分かる。これまでに、トレーニング時の移動距離が身体組成に与える影響について明らかにした研究はなく、これらの値は、プレシーズン時にトレーニングプログラムを作成する上で有用な基礎資料となると考えられる。

#### V まとめ

本研究では、大学サッカー選手を対象に、プレシーズン時のトレーニング量と栄養摂取量との関連から身体組成に与える影響について明らかにすることを目的とした。その結果、プレシーズン時の1日のトレーニングの総移動距離および高強度での移動距離は体脂肪量の変化率と、高強度での移動距離は除脂肪量の変化率とそれぞれ関連することが明らかとなった。

#### VI 参考文献

- Aughey R. Application of GPS technologies to field sports. *Int J Sports Physiol Perform.* 6 : 295-310, 2011.
- Malone JJ, Di Michele R, Morgans R, Burgess D, Morton JP, Drust B. Seasonal training load quantification in elite English premier league soccer players. *Int J Sports Physiol Perform.* 10(4) : 489-497, 2015.
- Johnston RJ, Watsford ML, Pine MJ, Spurr RW, Murphy AJ, Pruyn EC. The validity and reliability of 5-Hz global positioning system units to measure team sport movement

demands. *J Strength Cond Res.* 26(3) : 758-765, 2012.

- ・ Milanese CI, Cavedon V, Corradini G, De Vita F, Zancanaro C. Seasonal DXA-measured body composition changes in professional male soccer players. *J Sports Sci.* 33(12) : 1219-28, 2015.
- ・ Bilborough JC, Greenway K, Opar D, Livingstone S, Cordy J, Coutts AJ. The accuracy and precision of DXA for assessing body composition in team sport athletes. *J Sports Sci.* 32(19) : 1821-1828, 2014.
- ・ Takai Y, Nakatani M, Aoki T, Komori D, Oyamada K, Murata K, Fujita E, Akamine T, Urita Y, Yamamoto M, Kanehisa H. Body shape indices are predictors for estimating fat-free mass in male athletes. *PLoS One.* 13(1) : e0189836, 2018.
- ・ 堀尾強, 河村洋二, 体脂肪率の変動に及ぼす栄養摂取と運動の影響, *人間工学*34巻, 143-150, 1998.
- ・ 海老久美子, 中尾美美子, 上村香久子, 八木典子, 高校1年生野球部員の身体組成に及ぼす栄養指導の効果, *栄養学雑誌*第64巻, 13-20, 2006.