

自治体と大学が共同で取り組んだ減量教室事業の成果

Sodegaura Weight Management Study

マツ オ トモアキ ムロタケユ カ コ ナカタ ヨシオ
 松尾 知明^{*,2*} 室武由香子^{3*} 中田 由夫^{*}
 セイノ サトシ オオクラ トモヒロ タナカキ ヨジ
 清野 諭^{4*} 大藏 倫博^{*} 田中喜代次^{*}

目的 メタボリックシンドローム (metabolic syndrome: MS) に着目した特定健康診査と、その結果にもとづく特定保健指導が義務付けられる制度が導入され、全国各地の自治体には効果的な減量支援策が益々求められるようになった。本研究では、袖ヶ浦市が筑波大学の研究成果に基づいて開発した減量プログラム (Sodegaura SMART Diet: SSD) が、参加者の体重や MS 構成因子に及ぼす影響、また、2年後の体重管理に及ぼす影響について検討した。

方法 2004~2008年に袖ヶ浦市が開催した女性対象の減量教室に、192人 (40~64歳、教室前のBMIが25 kg/m²以上もしくは腹囲が90 cm以上) が参加し、184人 (95.8%) が14週間のSSDを修了した。修了者の体重およびMSに関連する各項目の教室前後の平均値を比較した。また、2008年の教室参加者32人を介入群、同じく2008年に同市で開催されたMS測定イベントに参加し、14週間後の再測定にも参加した16人の女性 (教室参加者と同じ参加基準) を対照群とし、体重およびMSに関連する各項目の数値変化の比較をおこなった。さらに、2年後測定に参加した2004~2006年の教室参加者 (122人中96人、参加率78.7%) の体重や腹囲の教室前および教室直後の値と2年後の値とを比較した。

結果 教室修了者184人の体重 (66.9±8.2 kg→59.4±7.5 kg)、BMI (27.7±2.7 kg/m²→24.6±2.6 kg/m²)、腹囲 (95.2±7.4 cm→87.8±7.6 cm)、MS構成因子保有数 (2.1±1.1個→1.1±1.0個) は有意に減少した。教室前のMS該当者は184人中61人 (33.2%)、MS予備軍該当者は51人 (27.7%) であったが、教室後はそれぞれ11人 (6.0%)、28人 (15.2%) に減少した。介入群と対照群の比較では、体重、BMI、体脂肪率、腹囲、中性脂肪、血糖、MS構成因子保有数の各変化量に群間差がみとめられた。2年後測定参加者の体重と腹囲は、教室直後からはそれぞれ2.0±3.1 kg、1.7±4.3 cm 有意に増加したものの、教室前と比較すると、それぞれ-6.2±3.7 kg、-5.9±5.0 cm 有意に減少していた。

結論 SSDが減量教室参加者の体重管理およびMS改善に有効である可能性が示された。

Key words : メタボリックシンドローム, 体重減少, 生活習慣改善

1 緒 言

Body mass index (BMI) が高いと糖尿病や冠状動脈疾患などの罹患率や、それらを原因とする死亡率が高くなることが多くの疫学研究により報告されている^{1~3)}。世界中で肥満者の割合は年々増加しており、その具体的な対応策が必要とされている⁴⁾。

WHO⁵⁾はBMIの基準値を「underweight (BMI < 18.5 kg/m²), normal (18.5-24.9 kg/m²), overweight (25.0-29.9 kg/m²), obese (30.0-39.9 kg/m²), very obese (≥40.0 kg/m²)」と定めている。それに対しWHO Expert Consultation⁶⁾は、アジア人は欧米人より低いBMIで糖尿病や冠状動脈疾患の発生リスクが高いため、アジア人のoverweightの基準値はBMI 23.0 kg/m²以上が望ましいと提案している。実際、日本人では、WHO基準のobese (BMI ≥ 30 kg/m²) に該当する者の割合が2~3%であるにもかかわらず、肥満を起因とする疾病者の割合は高い⁷⁾。そのため日本では、WHO基準よりも低いBMI 25 kg/m²以上を「肥満」と定義している⁸⁾。また、日

* 筑波大学大学院人間総合科学研究科

^{2*} 日本学術振興会

^{3*} 袖ヶ浦市市民健康部

^{4*} 株式会社 THF

連絡先: 〒305-8577 つくば市天王台 1-1-1

筑波大学総合研究棟 D

筑波大学人間総合科学研究科 松尾知明

本人を対象とした最近のコホート研究⁹⁾でも、死亡率が最も低いBMI値は、40-59歳の男性で23.4 kg/m²、女性で21.6 kg/m²であることが示された。本邦においても、国民一人ひとりの体重管理は重要な課題であり、過体重者、肥満者に対する具体的な減量支援策が必要である。

肥満や肥満に起因する疾患に関連する概念として、メタボリックシンドローム (metabolic syndrome: MS) が挙げられる。BMI同様、MSは冠状動脈疾患^{10,11)}、2型糖尿病^{12,13)}、死亡率^{10,11)}と関連すること、また、MS該当者数は先進国を中心に増加していること^{14~16)}が明らかとなっている。本邦においては、2005年に新しいMS診断基準が設定され¹⁷⁾、2008年からは、40歳以上の被保険者・被扶養者に対して、MSに着目した特定健康診査と、その結果にもとづく特定保健指導が義務付けられる制度が導入された¹⁸⁾。全国各地の市区町村、健康保険組合には、MS解消に向けた、効果的、効率的な減量支援策が益々求められるようになった。

MSなど肥満に関連(起因)する健康障害が、生活習慣介入による減量によって改善することはよく知られており、我々もこれまでに肥満者に対する短期間(約3か月)の介入研究を繰り返しおこない、食事改善や運動実践による生活習慣介入が肥満者の減量やMS解消に効果的であることを示してきた^{19~22)}。袖ヶ浦市は、筑波大学の研究成果に基づいた減量プログラム(SMART Diet[®])を基盤とした減量教室事業を、筑波大学と共に2004年より展開してきた。袖ヶ浦市が開発した減量プログラム(Sodegaura SMART Diet: SSD)は、適切な体重管理をおこなうための知識と手法の習得に重点を置いた、集団指導を基本とする講話+実習形式のプログラムである。

袖ヶ浦市の減量教室事業は2004年より継続的におこなわれており、これまでに多くの袖ヶ浦市民が参加してきた。本研究では、2004年から2008年までに本事業に参加した袖ヶ浦市民を対象とし、適切な体重管理をおこなうための知識と手法の習得に重点を置いたSSDが、参加者の体重や各MS構成因子にどのような影響を及ぼすかについて検討した。また、減量プログラムの効果は、介入期間中の一時的なものではなく、介入後、長期間に亘ることが望ましい²³⁾。本研究では、SSDが教室2年後の参加者の体重管理に及ぼす影響についても併せて検討した。

II 研究方法

1. 対象者

2004年から2008年にかけて、合計277人の女性が

袖ヶ浦健康づくり支援センター(千葉県袖ヶ浦市)でおこなわれた減量教室(スマートダイエット教室)に参加した。参加者は市の広報誌や市内に掲示されたポスターをみて応募し、電話による受け付け後、市職員が面接をおこない、応募者の既往歴、身長、体重を確認した。年齢が25~64歳かつ応募時のBMIが25 kg/m²以上であることを教室参加規準の目安としたが、本減量教室は、参加者の体重減少だけでなく食生活の見直しも目的として含まれたため、非肥満者(BMI<25.0 kg/m²かつ腹囲<90 cm)であっても、本人の強い希望があれば教室への参加を認めた。なお、本研究では、277人の参加者のうち、年齢が40~64歳、教室前のBMIが25 kg/m²以上もしくは腹囲が90 cm以上であった192人(年齢:53.5±6.3歳、教室前BMI:27.7±2.7 kg/m²、腹囲:95.3±7.4 cm)を対象者として抽出し、体重、BMIおよびMSに関連する各項目の教室前後の平均値の比較をおこなった。

さらに本研究では、SSDの効果を教室参加者(介入群)と同じ条件(40~64歳、BMI 25 kg/m²以上もしくは腹囲90 cm以上)を満たす対照群と比較した。介入群は、2008年に開催された減量教室修了者32人とし、対照群は、同年に開催されたMS測定会(袖ヶ浦健康づくり支援センターでおこなわれた健康支援事業)に参加した女性16人とした。

2008年の減量教室は1期と2期の2度開催し、教室開催期間は1期が2008年5月から8月まで、2期が同年9月から12月までであった。なお、1期は4月に発行された広報「そでがうら」にて、2期は8月に発行された同広報誌にて参加者を募集した。広報誌に明記した参加規準の目安は上述の通り(25~64歳、BMI 25 kg/m²以上)である。1期教室には41人が募集に応じ、参加規準から顕著に逸脱していたため参加を受け付けなかった9人と個人的理由により教室前に参加を辞退した5人を除いた27人が教室に参加した。27人中、教室を完遂した者は26人であった。2期教室には25人が募集に応じ、個人的理由により教室前に参加を辞退した7人を除いた18人が教室に参加した。2期教室では18人全員が教室を完遂した。1期と2期の教室完遂者44人中、分析対象規準(40~64歳、BMI 25 kg/m²以上もしくは腹囲90 cm以上)を満たす32人(1期24人、2期8人)を介入群対象者とした。

MS測定会参加者は、2008年10月に発行された広報誌にて募集した。参加規準(女性)の目安は、40~64歳、BMI 25 kg/m²以上もしくは腹囲90 cm以上とした。MS測定会には29人の女性が電話による事前予約をおこなったが、実際の測定会(11月に開

催)に参加したのはその内26人であった。MS測定会参加者には、測定会当日および測定会から2週間後に開催した結果返却説明会(MSに関する健康講話90分)で、14週間後(2009年2月)の再測定を依頼した。再測定には分析対象規準を満たす16人が参加した。本研究では、この16人を対照群対象者とした。

減量教室参加者には教室前に開催した事前説明会で、また、MS測定会参加者には測定会当日の説明会で、研究目的や研究内容などについて、口頭および文書にて十分に説明した上で、文書にて研究参加への同意を得た。これらの研究遂行手続きについては、筑波大学の倫理委員会の承認を得た。

2. 測定項目

1) 形態指標と身体組成

身長および体重はTANITA TBF-215を使用し、身長は0.1 cm単位、体重は0.1 kg単位で計測した。その際、着衣分の目安重量(下着のみの場合は0.1 kg、下着以外の着衣がある場合は0.5~1.0 kg)を計測値から差し引いて測定値とした。BMIは体重/身長²(kg/m²)として算出した。身体組成は、生体電気抵抗法に基づいた体脂肪計(TANITA TBP-215)を用いて測定した。腹囲は、非伸縮性のメジャーを用いて0.1 cm単位で測定した。測定部位は臍囲とし、立位呼息時に2度測定し、その平均値を採用した。その際、対象者の前方および側方からメジャーが水平であることを確かめた²⁴⁾。測定は教室前後ともに熟練した同一の検者がおこない、測定誤差が少なくなるよう努めた。

2) 血圧測定と血液検査

安静時の収縮期血圧(systolic blood pressure: SBP)と拡張期血圧(diastolic blood pressure: DBP)は20分以上安静座位後、ヤガミ製水銀血圧計を用いて計測した。また、12時間以上の絶食状態で肘静脈から採血し、血清分離後測定まで-80℃にて保存した。総コレステロール(total cholesterol: TC)、中性脂肪(triglycerides: TG)、高比重リポ蛋白コレステロール(high-density lipoprotein cholesterol: HDLC)、血糖(fasting plasma glucose: FPG)、ヘモグロビンA1c(hemoglobin A1c: HbA1c)、インスリン(fasting insulin: FINS)の測定は株式会社江東微生物研究所に委託した。低比重リポ蛋白コレステロール(low-density lipoprotein cholesterol: LDLC)は、 $LDLC = TC - (HDLC + TG/5)$ ²⁵⁾により、また、インシュリン抵抗性の指標としてhomeostasis model assessment insulin resistance(HOMA-IR)を、 $HOMA-IR = [(FINS, \mu U/ml) \times (FPG, mg/dl)] / 405$ ²⁶⁾により算出した。血圧測定は熟練した看護師

がおこない、採血は医師によりおこなれた。

3) MS判定基準

MSの判定基準には、MS診断基準検討委員会¹⁷⁾が策定した診断基準を用いた。すなわち、1. 腹囲が90 cm以上、2. TGが150 mg/dl以上かつ/またはHDLCが40 mg/dl未満かつ/または抗TG薬服用、3. SBPが130 mmHg以上かつ/またはDBPが85 mmHg以上かつ/または降圧剤服用、4. FPGが110 mg/dl以上の4項目をMS構成因子とした。また、1. 腹囲基準を必須項目としたうえで、2~4のうち2項目以上を有する者をMS該当者、1項目以上を有する者をMS予備軍該当者とした。

4) 総摂取エネルギー量および栄養素摂取量の調査

本研究における総摂取エネルギー量および栄養素摂取量は、3日間(平日2日+休日1日)の自記式食事記録による秤量法により調査した。調査開始前の集団説明会にて管理栄養士が調査方法について詳細に説明した。対象者にはデジタルクッキングスケールを用いるよう指示し、秤量が困難な菓子類等については製造会社名とエネルギー分量を記入するよう求めた。3日間の自記式調査後、対象者一人ひとりに対して、管理栄養士による個別聞き取り調査をおこなった。また、調味料については、対象者の味覚を基準食(青菜の胡麻和え)により確認し、記入用紙に記録された摂食量と照合した。総摂取エネルギー量および三大栄養素摂取量の計算には、五訂増補日本食品標準成分表²⁷⁾を用いて3日間の平均摂取量を算出した。なお、教室中の総摂取エネルギー量および三大栄養素摂取量の調査は、教室開始10週目におこなった。

5) 身体活動量の推定

本研究における身体活動量は、メモリ機能を持つ1軸加速度計(Lifecorder: 株式会社スズケン、名古屋)の情報と運動記録の情報を併用することで算出した^{28,29)}。測定終了後、Lifecorderに蓄えられた情報は、パーソナルコンピュータにデータ送信することにより、表計算ソフト(マイクロソフト社Excel)のファイル上で運動量および2分ごとの運動強度(0~9)を確認することができる。本研究では、運動量(運動強度1~9に該当する運動量)に微小運動量(運動強度0.5に該当する運動量)を加えた値を身体活動量とみなした。対象者にはLifecorderを、教室前と教室中(教室開始10週目)の各7日間以上装着するよう求めた。Lifecorder装着期間中、自記式の記録用紙に、1日のLifecorderの装着状況と実践した運動内容の詳細(運動種類、時間、自覚的運動強度)を記入するよう指示した。Lifecorderに蓄えられた電子情報と記録用紙からLifecorderの

装着状況を確認し、睡眠時と入浴時を除く1日の装着時間が12時間を下回ると推定される日のデータは削除した³⁰⁾。記録用紙に記載された内容と2分ごとの運動強度を照合し、水泳や自転車運動などLifecorderが捉えられない身体活動量についてはMETsを用いて換算した。測定期間終了後、Lifecorderによる数値に記録用紙から推定した身体活動量を加えた値を、本研究での身体活動量とした。1 METは体重1 kgあたり1 kcalのエネルギー消費とし、単位時間・単位体重あたりの消費エネルギー量に体重を乗じ、該当身体活動の消費エネルギー量を求めた³¹⁾。

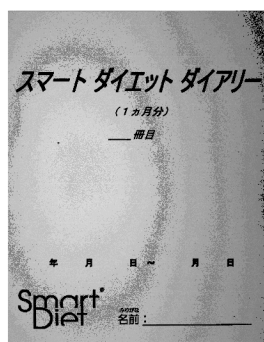
3. 減量プログラム (SSD)

本研究における減量プログラム (SSD) は、筑波大学の研究成果^{19~22)}に基づいた減量支援システム「SMART Diet[®]」を基に、袖ヶ浦市と筑波大学が協力して構築したものである。SSDは、30人ほどを1グループとした集団指導を基本とし、14週間、週1回、1回90分の講話+実習形式によるものである。SSDの全てのプログラムは袖ヶ浦健康づくり支援センター内でおこなわれた。食事に関する講話と実習は、管理栄養士1人、保健師1人、補助スタッフ3~4人(栄養士)により、また、運動に関する講話と実習は、健康運動指導士1~2人によりおこなわれた。食事指導では、4群点数法³²⁾を用いて1食あたり400 kcalを目安に栄養バランスのよい食事が

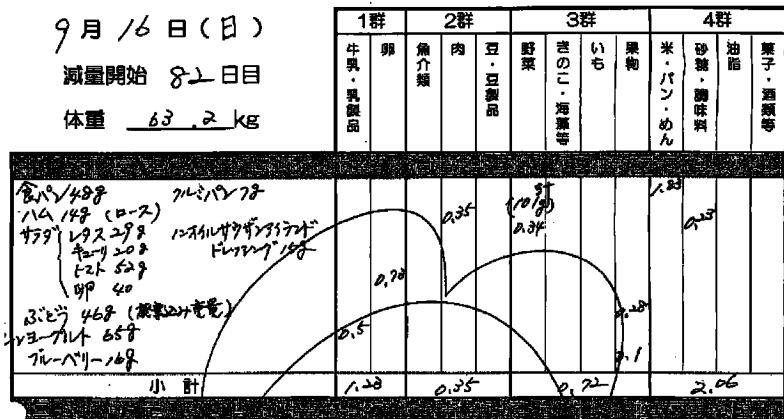
摂取できるよう導いた。具体的には、毎食、第1群(乳・乳製品/卵)から1点(80 kcal)、第2群(魚介・肉類/豆・豆製品)から1点、第3群(野菜/芋類/果物/きのこ/海藻)から1点、第4群(穀類/砂糖/油脂/その他の嗜好品)から2点(160 kcal)を目安に食品を選択するよう指導した。一方、運動実習は、センター内のスタジオを用いて、デンマーク体操、エアロビックダンスなど有酸素性運動中心におこなわれた。運動に関する講話は、運動時の注意点や日常生活で身体活動量を高める方法などが主なテーマとされた。なお、運動指導以外の場面での身体活動量の制限は全対象者に対して指示しなかった。

SSDの特徴のひとつに、参加者と教室スタッフをつなぐ重要なツールである「SDダイアリー」(図1)が挙げられる。参加者は、体重変化、食事内容の詳細、体調などを毎日ダイアリーに記録する。毎週、参加者が講話・実習を受ける約90分間で、全ての参加者のダイアリーをスタッフ数名が摂取カロリー、栄養バランス、体重変化、体調、精神状態等を確認し、教室終了時にスタッフの助言を添えたダイアリーを参加者に返却する。返却の際、点数計算の理解が遅れている者、栄養摂取バランスの良くない者に対し、スタッフが1人あたり3~10分の個別指導をおこなった。SSDでは、教室がおこなわれる14週間を単なる減量期間と考えるのではなく、参加者が教室後も適切な体重管理をおこなえる

図1 スマートダイエット (SD) ダイアリー



【表紙】



【点数計算】

- 体調: 良好 (☺) ・ 普通 (😊) ・ 悪い (☹)
- 気分: (☺) (😊) (☹)
- 便秘: (有) ・ 無
- 水分摂取: (☺) (😊) (☹) 1カップ 200cc

●今日の一言
今朝は先にお水を飲んでから、
毎食直前に考えても、なんでもバランス
がとれるようにして、
またお話し 習慣が大事なのであれば嬉しい。
●今日の自己評価
ういできる!! 習慣が大事なので、
よくできた まあまあよかった ふう

●今日の合計点数
14.82 / 15

【参加者とスタッフのコメント】

ための実習（訓練）期間となるよう構成が工夫されている。各回の講話および実習のテーマとその主な内容を表1に示した。プログラムの前半（1～5回）の集団指導では、参加者が教室参加前の自身の実情（形態、血液検査数値、食事摂取状況等）を正しく認識すること、また、栄養バランスを考えた食品選択が自らおこなえる手法を身につけることに重点を置き、後半（7～11回）の集団指導では、主にリバウンド予防に重点を置いた構成となっている。このようにSSDは、SDダイアリーを活用した個別指導と、効率を重視した集団指導とを有機的に併用させた点が特徴である。

4. MS測定会

MS測定会の測定項目および測定方法は、減量教室前後でおこなった内容と同様であった。MS測定会参加者には、測定会の2週間後に結果返却説明会（90分間の集団指導形式）を開催し、食事改善法や運動実践法など、MS解消のための基本的な情報を提供した。結果返却説明会は減量教室の第3回目のプログラムに相当する内容であった（表1）。MS

測定会参加者には、結果返却説明会以外の介入はせず、測定会の14週間後に再測定をおこなった。

5. 2年後測定

2004～2006年の教室修了者122人に対して、減量後の追跡調査として2年後測定を呼びかけた。2年後測定では、身長、体重、腹囲を教室前後と同じ方法で計測した。

6. 統計解析

各項目の測定結果は平均値±標準偏差で表した。教室前と教室後など同一群内の各測定項目の平均値の比較には対応のある t 検定を、介入群と対照群および2年後測定参加群と不参加群の平均値の比較には対応のない t 検定を適用した。なお、各測定項目の変化量の群間比較をおこなう際、教室前の値に群間差が生じた項目については、教室前の値を共変量とした共分散分析を用いて分析した。比率の検定にはカイ二乗検定を用いた。これらの統計解析には、SAS 9.01 Windows版を用いた。

表1 袖ヶ浦スマートダイエット（SSD）教室 概要

		主 内 容
事前説明会	教室概要説明&研究概要説明	参加者に対する事前説明会
教室前測定		
第1回	目標設定、食事記録のつけ方1	食べた物を点数化する方法に関する実習（SDダイアリーの付け方）1
第2回	食事記録のつけ方2	食べた物を点数化する方法に関する実習（SDダイアリーの付け方）2
第3回	教室前測定結果返却&食事記録のつけ方3	教室参加前の形態、血液の状態を知る&SDダイアリーの付け方3
第4回	教室前食事調査結果返却&運動講話	教室参加前の食事摂取状況（栄養バランス）を知る&日常の身体活動をいかに高めるか
第5回	グループワーク（ダイアリーチェック）	グループディスカッション： テーマ「SDダイアリーの書き方（他者との比較）」
第6回	調理実習	調理実習テーマ「少ないエネルギーで豊かな食事を」
第7回	“ダイエット”を取り巻く社会環境&運動講話、実習	氾濫する健康情報から身を守る&身体の構造、動作体験
第8回	やさしい栄養学&運動実習	実生活で役立つ栄養に関する専門知識&有酸素運動
第9回	停滞期・リバウンドについて&肥満に関連する疾患	リバウンドを防止するには&肥満と病気
第10回	グループワーク（リバウンド防止）&運動実習	グループディスカッション： テーマ「教室後の食生活（リバウンド防止策）」&有酸素運動
第11回	教室後のエネルギー摂取量	教室終了後の体重管理法、食事選択法に関する実習
第12回	閉講式	
教室後測定		
事後報告会	教室の成果（全体・個人）報告	教室後測定の結果返却説明会

III 研究結果

1. 2004～2008年の教室参加者の教室前後の数値変化

2004～2008年の教室参加者192人のうち、14週間のプログラムを修了し教室後測定にも参加した者は184人（修了率95.8%）であった。184人の各項目の教室前、教室後、教室前後の変化を表2に示した。形態指標および身体組成の項目では、体重、BMI、体脂肪率、体脂肪量、除脂肪量が有意に減少した。摂取エネルギー量および栄養素摂取量の項目では、総摂取エネルギー量、炭水化物摂取量、脂質摂取量、蛋白質摂取量、総摂取エネルギー量に対する脂質の比率が有意に減少し、総摂取エネルギー量に対する蛋白質の比率が有意に増加した。身体活

動量に関する項目では、BMI当たりの身体活動量が有意に増加した。MS構成因子に関する項目では、腹囲、SBP、DBP、TG、FPG、MS構成因子保有数が有意に減少し、HDLcが有意に増加した。MS構成因子以外の血液検査項目では、TC、LDLc、HbA1c、FINS、HOMA-IRが有意に減少した。184人中、教室前のMS該当者は61人（33.2%）、MS予備軍該当者は51人（27.7%）であったが、教室後では、それぞれ11人（6.0%）、28人（15.2%）と有意に減少した。

2. 2年後測定時の教室参加者の体重と腹囲

2004～2006年の教室参加者122人のうち、2年後測定に参加した96人（参加率78.7%）の教室前、教室後、2年後の体重と腹囲の経時変化を図2に示した。参加者の体重と腹囲は、教室前後で有意に減少

表2 2004～2008年の教室参加者の教室前後の数値変化

n = 184	教室前	教室後	前後差	
年齢 (歳)	53.6±6.2			
体重 (kg)	66.9±8.2	59.4±7.5	-7.6±2.7	P<0.01
BMI (kg/m ²)	27.7±2.7	24.6±2.6	-3.1±1.1	P<0.01
体脂肪率 (%)	38.4±4.6	32.4±5.3	-6.0±3.2	P<0.01
体脂肪量 (kg)	25.9±5.7	19.4±5.3	-6.4±2.8	P<0.01
除脂肪量 (kg)	41.0±4.2	39.9±3.9	-1.1±1.4	P<0.01
総摂取エネルギー量 (kcal/d)	1834±352	1190±175	-644±357	P<0.01
炭水化物摂取量 (g/d)	257±55	166±30	-91±53	P<0.01
総摂取エネルギー量に対する炭水化物の比率	56.3±6.1	55.9±5.5	-0.4±7.1	N.S.
脂質摂取量 (g/d)	55±16	33±8	-22±17	P<0.01
総摂取エネルギー量に対する脂質の比率	26.7±5.4	24.8±4.7	-1.8±6.6	P<0.01
蛋白質摂取量 (g/d)	69±13	58±10	-11±14	P<0.01
総摂取エネルギー量に対する蛋白質の比率	15.1±2.2	19.6±2.8	4.5±2.9	P<0.01
身体活動量 (kcal/d)	452±131	466±129	14±119	N.S.
BMI当たりの身体活動量 (kcal/d)	16.4±4.9	18.2±5.2	1.7±4.5	P<0.01
腹囲 (cm)	95.2±7.4	87.8±7.6	-7.4±4.2	P<0.01
SBP (mmHg)	134±21	121±17	-14±14	P<0.01
DBP (mmHg)	83±11	75±10	-8±10	P<0.01
TG (mg/dl)*	119±73	78±37	-41±66	P<0.01
HDLc (mg/dl)	61±14	62±13	1±8	P<0.05
FPG (mg/dl)	99±19	91±12	-8±14	P<0.01
MS構成因子保有数	2.1±1.1	1.1±1.0	-1.0±0.9	P<0.01
TC (mg/dl)	228±39	206±34	-22±28	P<0.01
LDLc (mg/dl)	143±36	128±32	-15±27	P<0.01
HbA1c (%)	5.6±0.8	5.3±0.5	-0.3±0.5	P<0.01
FINS (μU/ml)	6.8±4.9	4.6±4.5	-2.3±4.1	P<0.01
HOMA-IR	1.8±1.7	1.1±1.7	-0.6±1.3	P<0.01

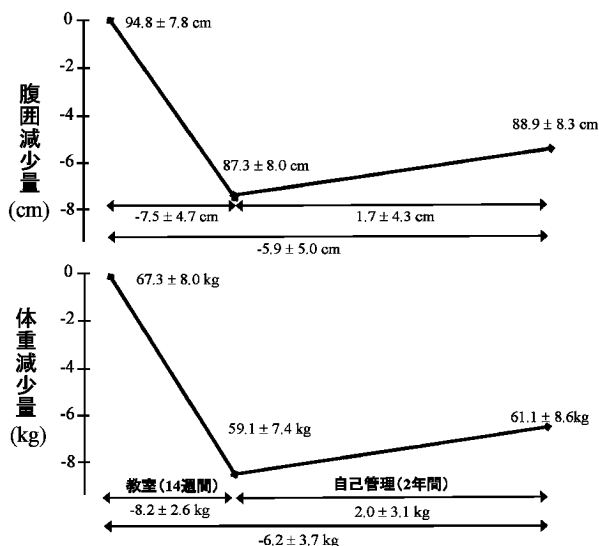
BMI: body mass index, SBP: systolic blood pressure, DBP: diastolic blood pressure, TG: triglycerides, HDLc: high-density lipoprotein cholesterol, FPG: fasting plasma glucose, MS: metabolic syndrome, TC: total cholesterol, LDLc: low-density lipoprotein cholesterol, HbA1c: Hemoglobin A1c, FINS: fasting insulin, HOMA-IR: homeostasis model assessment insulin resistance, N.S.: not significant

* TGの統計解析には対数変換値を用い、表中には真数に戻した値を示した。

し、その後2年間でいずれも有意に増加したものの、教室前と比べると、2年後測定時においても、体重は -6.2 ± 3.7 kg、腹囲は -5.9 ± 5.0 cm、それぞれ有意に減量効果を維持していた。2年後測定参

加者のうち、初期（教室前）体重の5%の体重減少量を維持できていた者は78人（81.3%）、8%の体重減少量を維持できていた者は56人（58.3%）、10%の体重減少量を維持できていた者は40人（41.7%）、教室前の体重と同等かそれ以上の体重にリバウンドした者は3人（3.1%）であった。また、2年後測定参加群（96人）と不参加群（26人）の教室前後の主な測定値の比較を表3に示した。参加群、不参加群ともに体重は有意に減少し、HDLcを除く全てのMS構成因子が改善していたが、変化量の比較では、体重、BMIにおいて、不参加群の減少量が参加群の減少量より有意に小さかった。

図2 体重と腹囲の経時変化（2年後測定の結果）（N=96）



3. 介入群と対照群の比較

介入群と対照群を比較した結果を表4~6に示した。形態指標および身体組成の項目（表4）では、教室前の体重、BMI、体脂肪率、体脂肪量において介入群が対照群より有意に高値を示すという差はあったものの、体重、BMI、体脂肪率、体脂肪量、除脂肪量は、いずれも介入群においてのみ有意に減少した。また、教室前の値で調整した分析を施しても、それらの項目の変化量には群間差がみとめ

表3 2年後測定参加者と不参加者の比較：教室前後の主な測定値の変化

		教室前	群間差	教室後	群間差	前後差	群間差
年齢 (歳)	参加者 (96人)	53.5 ± 5.9	N.S.				
	不参加者 (26人)	52.3 ± 7.4					
体重 (kg)	参加者 (96人)	67.3 ± 7.9	N.S.	59.1 ± 7.4	P<0.05	-8.2 ± 2.6†	P<0.05
	不参加者 (26人)	69.4 ± 7.5		62.5 ± 8.2		-6.9 ± 2.6†	
BMI (kg/m ²)	参加者 (96人)	27.6 ± 2.5	N.S.	24.3 ± 2.4	P<0.05	-3.3 ± 1.0†	P<0.05
	不参加者 (26人)	28.6 ± 2.9		25.8 ± 3.3		-2.8 ± 1.1†	
腹囲 (cm)	参加者 (96人)	94.8 ± 7.8	N.S.	87.3 ± 8.0	N.S.	-7.5 ± 4.7†	N.S.
	不参加者 (26人)	96.1 ± 6.4		89.0 ± 7.4		-7.2 ± 3.8†	
SBP (mmHg)	参加者 (96人)	132 ± 20	N.S.	118 ± 16	N.S.	-14 ± 14†	N.S.
	不参加者 (26人)	134 ± 21		121 ± 18		-13 ± 13†	
DBP (mmHg)	参加者 (96人)	83 ± 10	N.S.	74 ± 10	N.S.	-9 ± 9†	N.S.
	不参加者 (26人)	83 ± 12		77 ± 11		-6 ± 9†	
TG (mg/dl)**	参加者 (96人)	119 ± 78	N.S.	74 ± 31	N.S.	-45 ± 68†	N.S.
	不参加者 (26人)	126 ± 84		72 ± 27		-53 ± 68†	
HDLc (mg/dl)	参加者 (96人)	61 ± 13	N.S.	62 ± 12	N.S.	2 ± 9	N.S.
	不参加者 (26人)	60 ± 14		61 ± 16		1 ± 8	
FPG (mg/dl)	参加者 (96人)	97 ± 15	P<0.05	90 ± 9	P<0.05	-7 ± 11†	N.S.*
	不参加者 (26人)	112 ± 34		97 ± 16		-15 ± 27†	
MS 構成因子保有数	参加者 (96人)	1.9 ± 1.1	N.S.	0.9 ± 0.9	N.S.	-1.0 ± 0.8†	N.S.
	不参加者 (26人)	2.1 ± 1.2		1.3 ± 1.3		-0.8 ± 0.7†	

BMI: body mass index, SBP: systolic blood pressure, DBP: diastolic blood pressure, TG: triglycerides, HDLC: high-density lipoprotein cholesterol, FPG: fasting plasma glucose, MS: metabolic syndrome, N.S.: not significant

* 教室前の値を共変量とした共分散分析を適用。

** TGの統計解析には対数変換値を用い、表中には真数に戻した値を示した。

† 対応のあるt検定にて有意差あり (P<0.05)。

表4 介入群と対照群の比較1：形態指標および身体組成

		教室前	群間差	教室後	群間差	前後差	群間差
年齢 (歳)	介入群 (32人)	55.0±5.3	N.S.				
	対照群 (16人)	56.3±5.9					
体重 (kg)	介入群 (32人)	67.1±9.4	P<0.05	59.3±8.0	N.S.	-7.8±2.7†	P<0.01*
	対照群 (16人)	61.6±7.0		61.1±7.4		-0.5±1.2	
BMI (kg/m ²)	介入群 (32人)	28.2±3.1	P<0.05	25.0±2.6	N.S.	-3.2±1.1†	P<0.01*
	対照群 (16人)	26.0±2.1		25.8±2.4		-0.2±0.6	
体脂肪率 (%)	介入群 (32人)	41.5±4.3	P<0.05	35.9±5.0	P<0.05	-5.6±2.5†	P<0.01*
	対照群 (16人)	38.6±3.8		38.9±3.6		0.3±1.5	
体脂肪量 (kg)	介入群 (32人)	28.1±6.6	P<0.05	21.5±5.5	N.S.	-6.6±2.6†	P<0.01*
	対照群 (16人)	23.8±4.9		23.9±4.9		0.1±1.2	
除脂肪量 (kg)	介入群 (32人)	39.0±3.9	N.S.	37.8±3.9	N.S.	-1.2±1.0†	P<0.01
	対照群 (16人)	37.3±2.9		37.1±3.2		-0.2±0.8	

BMI: body mass index

N.S.: not significant

* 教室前の値を共変量とした共分散分析を適用。

† 対応のある *t* 検定にて有意差あり ($P<0.05$)。

表5 介入群と対照群の比較2：摂取エネルギー量および身体活動量

		教室前	群間差	10週目	群間差	前後差	群間差
総摂取エネルギー量 (kcal/d)	介入群 (32人)	1,779±317	N.S.	1,165±179	P<0.01	-614±372†	P<0.01
	対照群 (16人)	1,935±315		1,660±223		-308±223†	
炭水化物摂取量 (g/d)	介入群 (32人)	256±50	N.S.	162±32	P<0.01	-94±55†	P<0.05
	対照群 (16人)	283±53		238±38		-52±40†	
総摂取エネルギー量に対する炭水化物の比率 (%)	介入群 (32人)	57.9±7.1	N.S.	55.5±5.0	N.S.	-2.4±7.4	N.S.
	対照群 (16人)	58.6±6.3		57.8±8.2		-1.3±3.7	
脂質摂取量 (g/d)	介入群 (32人)	52±17	N.S.	33±7	P<0.01	-18±18†	P<0.01
	対照群 (16人)	55±15		48±17		-7±8†	
総摂取エネルギー量に対する脂質の比率 (%)	介入群 (32人)	25.7±5.9	N.S.	25.8±3.7	N.S.	0.0±5.8	N.S.
	対照群 (16人)	25.6±4.5		25.9±6.4		0.7±4.0	
蛋白質摂取量 (g/d)	介入群 (32人)	65±13	N.S.	54±9	P<0.05	-11±16†	N.S.
	対照群 (16人)	70±14		62±12		-9±11†	
総摂取エネルギー量に対する蛋白質の比率 (%)	介入群 (32人)	14.7±2.2	N.S.	18.8±2.7	P<0.01	4.0±2.9†	P<0.01
	対照群 (16人)	14.6±2.3		14.9±2.3		0.4±1.7	
身体活動量 (kcal/d)	介入群 (32人)	421±100	N.S.	407±106	N.S.	-14±92	N.S.
	対照群 (16人)	421±96		419±91		-2±76	
BMI 当たりの身体活動量 (kcal/d)	介入群 (32人)	15.0±3.5	N.S.	15.5±3.9	N.S.	0.6±3.3	N.S.
	対照群 (16人)	16.3±4.1		16.4±4.3		0.1±2.8	

BMI: body mass index

N.S.: not significant

† 対応のある *t* 検定にて有意差あり ($P<0.05$)。

られた。

摂取エネルギー量および栄養素摂取量の項目 (表5) では、教室前の全ての項目において2群間に有意差はみとめられなかった。教室前後の比較では、介入群、対照群ともに、総摂取エネルギー量、炭水化物摂取量、脂質摂取量、蛋白質摂取量が有意に減

少した。また、介入群の総摂取エネルギー量に対する蛋白質の比率が有意に増加した。教室中の2群比較では、介入群の総摂取エネルギー量、炭水化物摂取量、脂質摂取量、蛋白質摂取量が対照群より有意に少なく、総摂取エネルギー量に対する蛋白質の比率が有意に多かった。変化量の比較では、総摂取エ

表6 介入群と対照群の比較3: MS 構成因子関連項目

		教室前	群間差	教室後	群間差	前後差	群間差
腹囲 (cm)	介入群 (32人)	97.4±7.2	<i>P</i> <0.05	89.3±7.4	N.S.	-8.2±2.6 [†]	<i>P</i> <0.01*
	対照群 (16人)	92.5±5.5		91.7±6.0		-0.8±2.1	
SBP (mmHg)	介入群 (32人)	140±20	N.S.	125±18	N.S.	-14±14 [†]	N.S.
	対照群 (16人)	140±26		128±16		-12±15 [†]	
DBP (mmHg)	介入群 (32人)	81±13	N.S.	77±11	N.S.	-4±10 [†]	N.S.
	対照群 (16人)	82±10		80±7		-1±7	
TG (mg/dl)**	介入群 (32人)	128±70	N.S.	94±50	N.S.	-33±76 [†]	<i>P</i> <0.05
	対照群 (16人)	104±43		112±57		8±48	
HDLc (mg/dl)	介入群 (32人)	59±12	N.S.	58±10	N.S.	-1±6	N.S.
	対照群 (16人)	66±17		64±18		-2±6	
FPG (mg/dl)	介入群 (32人)	93±12	N.S.	90±13	N.S.	-4±7 [†]	<i>P</i> <0.05
	対照群 (16人)	95±10		95±9		0±7	
MS 構成因子保有数	介入群 (32人)	2.5±1.0	<i>P</i> <0.1	1.2±0.8	<i>P</i> <0.1	-1.3±0.9 [†]	<i>P</i> <0.01*
	対照群 (16人)	2.0±1.1		1.6±0.9		-0.4±1.0	
TC (mg/dl)	介入群 (32人)	226±33	N.S.	216±34	<i>P</i> <0.1	-11±28 [†]	<i>P</i> <0.1
	対照群 (16人)	228±32		231±21		3±21	
LDLc (mg/dl)	介入群 (32人)	142±31	N.S.	139±29	N.S.	-3±29	N.S.
	対照群 (16人)	142±31		145±21		4±19	
HbA1c (%)	介入群 (32人)	5.7±0.5	<i>P</i> <0.1	5.3±0.3	N.S.	-0.4±0.2 [†]	<i>P</i> <0.01*
	対照群 (16人)	5.4±0.3		5.4±0.3		0.0±0.2	
FINS (μU/ml)	介入群 (32人)	4.8±1.9	<i>P</i> <0.1	4.6±3.2	<i>P</i> <0.05	-0.1±2.9	N.S.*
	対照群 (16人)	5.9±2.2		6.8±2.7		0.8±2.8	
HOMA-IR	介入群 (32人)	1.1±0.5	N.S.	1.1±1.2	<i>P</i> <0.1	0.0±1.0	N.S.
	対照群 (16人)	1.4±0.6		1.6±0.7		0.2±0.8	

SBP: systolic blood pressure, DBP: diastolic blood pressure, TG: triglycerides, HDLc: high-density lipoprotein cholesterol, FPG: fasting plasma glucose, MS: metabolic syndrome, TC: total cholesterol, LDLc: low-density lipoprotein cholesterol, HbA1c: Hemoglobin A1c, FINS: fasting insulin, HOMA-IR: homeostasis model assessment insulin resistance, N.S.: not significant

* 教室前の値を共変量とした共分散分析を適用。

** TGの統計解析には対数変換値を用い、表中には真数に戻した値を示した。

† 対応のある *t* 検定にて有意差あり (*P*<0.05)。

エネルギー量、炭水化物摂取量、脂質摂取量、総摂取エネルギー量に対する蛋白質の比率において、介入群の変化量が対照群の変化量より有意に大きかった。身体活動量に関する項目(表5)では、全ての分析(教室前および教室中の2群比較、両群それぞれの教室前から教室中の変化、変化量の2群比較)において有意差はみとめられなかった。

MS 構成因子に関連する項目およびその他の血液検査項目(表6)では、介入群の教室前の腹囲が対照群より有意に大きかった。教室前後の比較では、SBPは介入群、対照群ともに有意に減少し、腹囲、DBP、TG、FPG、MS 構成因子保有数、TC、HbA1cは介入群のみ有意に減少した。変化量の比較では、腹囲、TG、FPG、MS 構成因子保有数、HbA1cにおいて、介入群の変化量が対照群の変化量より有意に大きかった。

IV 考 察

袖ヶ浦市は、市民の健康づくり支援の中核的施設として「健康づくり支援センター」を2004年11月に開業した。開業当初より、同センターでの健康づくり支援事業は筑波大学などの研究機関と連携して取り組んでいる。その事業のひとつとして、成果のあがる減量プログラムを袖ヶ浦市で確立することを目的とした減量教室事業がある。主にBMI 25 kg/m²以上(日本肥満学会の基準⁸⁾)の肥満女性を対象とした教室を、2004年から2008年の5年間で計11回開催し、277人の市民が参加した。本研究では、年齢が40~64歳、教室前のBMIが25 kg/m²以上もしくは腹囲が90 cm以上であった192人の対象者のうち、14週間のプログラムを修了し教室後測定にも参加した184人について、教室前後の変化を検討した。

教室参加者の体重 (-7.6 ± 2.7 kg) と BMI (-3.1 ± 1.1 kg/m²) は教室後に有意に減少した (表2)。日本肥満学会の基準⁸⁾ からみると、教室前に肥満1度 ($25.0 \leq \text{BMI} < 30.0$) であった BMI の平均値 (27.7 ± 2.7 kg/m²) は教室後には正常域 ($18.5 \leq \text{BMI} < 25.0$) となり (24.6 ± 2.6 kg/m²)、MS の観点からみても、教室前に基準値 (90 cm)¹⁷⁾ を上回っていた腹囲の平均値 (95.2 ± 7.4 cm) は、教室後には基準値を下回った (87.8 ± 7.6 cm)。その結果、SBP, DBP, TG, HDLC, FPG も改善し、MS 構成因子保有数、MS 該当者数、MS 予備軍該当者数も有意に減少した (表2)。介入群と対照群の比較においても (表4~6)、教室前後の体重、BMI、腹囲、TG、FPG、HbA1c、MS 構成因子保有数の変化に群間差がみとめられ、SSD が MS 改善に有効なプログラムであることが示唆された。Nakata et al.²¹⁾ は、日本人女性323人を対象とした減量介入研究をおこない、少なくとも1つのMS 構成因子を改善させるためには初期体重の8%以上の減量が必要であることを示した。この基準と照らし合わせて考えても、平均体重減少率が-11.4%であった SSD は、MS 改善に有効なプログラムであったと考えられる。

減量プログラムの効果は、介入期間中の一時的な効果だけではなく、介入後、長期間に及ぶ効果も検討する必要がある²³⁾。2年後測定に参加した96人の体重、腹囲の平均値は、教室直後と比較するとそれぞれ 2.0 ± 3.1 kg, 1.7 ± 4.3 cm 増加したものの、教室前との比較ではそれぞれ -6.2 ± 3.7 kg, -5.9 ± 5.0 cm の減少量を保っていた (図2)。また、初期体重の5%減³³⁾ を維持できた者が81.3% (78人)、8%減²¹⁾ を維持できた者が58.3% (56人)、10%減²³⁾ を維持できた者は41.7% (40人)、さらに教室前の体重と同等かそれ以上の体重にリバウンドした者はわずか3.1% (3人) であり、いずれも良好な結果が得られた。Wing ら²³⁾ は、肥満者の減量成功を「介入後、少なくとも1年間、初期体重の10%減を維持できた状態」と定義している。本研究はWing らの定義とは異なる介入後2年での再測定であったにも関わらず、体重減少率の平均値は $-9.2 \pm 5.2\%$ と良好であった。2004~2006年に教室を修了した参加者全員 (122人) が必ずしも2年後測定に参加しているわけではないため、限られたデータからの解釈となるが、SSD が長期的な体重管理にも有効なプログラムであることが示唆された。

一方、本研究の結果の解釈には以下の注意を要する。一つ目に、介入群と対照群の比較に際し、無作為割付をおこなわなかった点が挙げられる。本研究

では、減量教室 (介入群)、MS 測定会 (対照群) とともに袖ヶ浦市民を対象とした行政サービスの一環としておこなわれており、両群とも広報で参加者を募り、群分けには参加者の希望が強く影響している。表4~6に示したように、介入群の教室前の体重や腹囲の平均値は対照群の平均値より有意に大きく、減量教室への参加を希望した者 (介入群) はそうではなかった者 (対照群) より、肥満の程度が高かった。本研究では、介入群と対照群の数値変化の程度が有意に異なる結果をもって SSD の効果を示したが、無作為割付をおこなっていない本研究では、SSD の効果を過大評価した可能性を否定できない。本研究では、減量教室とMS 測定会の募集時期が異なったため、MS 測定会参加者全員が減量教室への参加を希望しない者であったとは考えにくい。本研究における SSD の評価は、減量教室に参加する意欲の高かった者の介入効果を、減量教室に参加しなかった者との比較により検討した結果であったことに十分留意しなければならない。

二つ目に、2年後測定への参加率は78.7%と低い数値ではなかったが、26人の不参加者が存在した点にも留意する必要がある。2年後測定開催の連絡は、対象となる市民への案内状送付だけでなく、市職員による電話連絡もおこなっている。不参加の理由としては、「希望するがスケジュールが合わない」が大半であった。26人が2年後測定に参加できなかった背景には、運営側の都合上、測定日を限定せざるを得なかった (2004年期、2005年期、2006年I期、2006年II期の各期教室生を対象とした測定日を各1日 (計4日) 設定) ことが影響したものと考えられる。一方、表3に示したように、2年後測定不参加群の教室期間中の体重減少は、参加群の体重減少より少なかった。この結果は、2年後測定不参加者の中には、教室期間中の体重減少が教室全体の平均値に及ばなかった者が少なからず含まれていたことを示す。また、著しいリバウンドを起こしたことを理由に2年後測定に参加しなかった者もいたであろう。このように、SSD の長期効果を検討する際は、2年後測定に対する消極的なイメージから参加を拒んだ者がいたことも想定して考えなければならない。行政での保健指導においては住民一人ひとりへの対応も重要である。SSD をさらに良いプログラムとするため、リバウンドを起こした者や2年後測定に参加できなかった者、あるいは教室を修了できなかった数名の実情にも目を向ける必要がある。

三つ目に、本研究の対象者は全て女性であり、男性が含まれていない点が指摘される。MS は女性よりも男性に該当者が多い実情³⁴⁾ を考えると、男性を

対象とした減量教室は女性同様もしくはそれ以上に重要であると言える。袖ヶ浦市のこれまでの減量教室は、多くの参加希望者数が期待でき、教室スケジュールも立てやすい女性を主に対象としてきた。男性に対するSSDの効果については今後の課題である。袖ヶ浦市では、2007年には夫婦を対象とした教室、2008年には男性のみを対象とした教室も一部開催している。これらの成果についても、今後報告していきたい。

最後に、本研究の結果は全て袖ヶ浦健康づくり支援センターでおこなわれた減量教室事業で得られた結果であることに留意しなければならない。今後は、同センター以外の施設（公民館等）でおこなったSSDの効果についても検討する必要がある。

V 結 語

本研究では、袖ヶ浦市と筑波大学の連携による減量教室事業において導入された減量プログラム(SSD)が、参加者の体重やMS構成因子に及ぼす影響、また、2年後の体重管理に及ぼす影響について検討した。研究方法に限界があるため結果の解釈には注意を要するが、SSDが減量教室参加者の減量およびMS改善と長期体重管理に有効であったことが示唆された。袖ヶ浦市では、肥満者やMS該当者の減少に向けて、さらに多くの市民が適切な体重管理がおこなえるよう、今後も改良を重ねながらSSDを地域全体に拡げていく方針である。

本研究は、袖ヶ浦市（健康づくり推進プロジェクト事業）および筑波大学先端学際領域研究センター（TARA田中プロジェクト）の助成を受けておこなわれました。この場を借りて深謝いたします。また、本研究にご協力いただいた参加者の皆様、財団法人体力づくり指導協会の皆様に、厚く御礼申し上げます。本研究の結果の一部は、第45回千葉県公衆衛生学会で発表し、優秀演題賞を受賞しました。関係者の皆様に心より御礼申し上げます。

(受付 2009. 6.19)
(採用 2009.12.24)

文 献

- 1) Rexrode KM, Hennekens CH, Willett WC, et al. A prospective study of body mass index, weight change, and risk of stroke in women. *JAMA* 1997; 277: 1539-1545.
- 2) Kenchaiah S, Evans JC, Levy D, et al. Obesity and the risk of heart failure. *The New England Journal of Medicine* 2002; 347: 305-313.
- 3) Hayashi R, Iwasaki M, Otani T, et al. Body mass index and mortality in a middle-aged Japanese cohort. *Journal of Epidemiology* 2005; 15: 70-77.
- 4) World Health Organization. Obesity: Preventing and

- Managing the Global Epidemic. Geneva: World Health Organization, 1997.
- 5) World Health Organization. Physical Status: the Use and Interpretation of Anthropometry. Report of a WHO Expert Consultation. WHO Technical Report Series Number 854. Geneva: World Health Organization, 1995.
- 6) World Health Organization Expert Consultation. Appropriate body-mass index for Asian populations and its implications for policy and intervention strategies. *Lancet* 2004; 363: 157-163.
- 7) Yoshiike N, Matsumura Y, Zaman MM, et al. Descriptive epidemiology of body mass index in Japanese adults in a representative sample from the National Nutrition Survey 1990-1994. *International Journal of Obesity and Related Metabolic Disorders* 1998; 22: 684-687
- 8) 日本肥満学会肥満症診断基準検討委員会. 新しい肥満の判定と肥満症の診断基準. *肥満研究* 2000; 6: 18-28.
- 9) Matsuo T, Sairenchi T, Iso H, et al. Age- and gender-specific BMI in terms of the lowest mortality in Japanese general population. *Obesity* 2008; 16: 2348-2355.
- 10) Lakka HM, Laaksonen DE, Lakka TA, et al. The metabolic syndrome and total and cardiovascular disease mortality in middle-aged men. *JAMA* 2002; 288: 2709-2716.
- 11) Hu G, Qiao Q, Tuomilehto J, et al. Prevalence of the metabolic syndrome and its relation to all-cause and cardiovascular mortality in nondiabetic European men and women. *Archives of Internal Medicine* 2004; 164: 1066-1076.
- 12) Laaksonen DE, Lakka HM, Niskanen LK, et al. Metabolic syndrome and development of diabetes mellitus: application and validation of recently suggested definitions of the metabolic syndrome in a prospective cohort study. *American Journal of Epidemiology* 2002; 156: 1070-1077.
- 13) Lorenzo C, Okoloise M, Williams K, et al. The metabolic syndrome as predictor of type 2 diabetes: the San Antonio heart study. *Diabetes Care* 2003; 26: 3153-3159.
- 14) Saito I, Mori M, Shibata H, et al. Prevalence of metabolic syndrome in young men in Japan. *Journal of Atherosclerosis and Thrombosis* 2007; 14: 27-30.
- 15) Ford ES. Prevalence of the metabolic syndrome in US populations. *Endocrinology and Metabolism Clinics of North America* 2004; 33: 333-350.
- 16) Misra A, Khurana L. Obesity and the metabolic syndrome in developing countries. *The Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism* 2008; 93: S9-S30.
- 17) メタボリックシンドローム診断基準検討委員会. メタボリックシンドロームの定義と診断基準. *日本内科学会雑誌* 2005; 94: 794-809.
- 18) 厚生労働省健康局. 標準的な健診・保健指導プログラム(確定版). 東京: 厚生労働省, 2007.
- 19) Tanaka K, Okura T, Shigematsu R, et al. Target value of intraabdominal fat area for improving coronary heart

- disease risk factors. *Obesity Research* 2004; 12: 695-703.
- 20) Okura T, Nakata Y, Ohkawara K, et al. Effect of aerobic exercise on metabolic syndrome improvement in response to weight reduction. *Obesity* 2007; 15: 2478-2484.
- 21) Nakata Y, Okura T, Matsuo T, et al. Factors alleviating metabolic syndrome via diet-induced weight loss with or without exercise in overweight Japanese women. *Preventive Medicine* 2009; 48: 351-356.
- 22) Matsuo T, Nakata Y, Katayama Y, et al. PPAR γ genotype accounts for part of individual variation in body weight reduction in response to calorie restriction. *Obesity* 2009; 17: 1924-1931.
- 23) Wing RR, Hill JO. Successful weight loss maintenance. *Annual Review of Nutrition* 2001; 21: 323-341.
- 24) 日本肥満学会肥満症治療ガイドライン作成委員会. 肥満症治療ガイドライン2006. 肥満研究. 2006; 12臨時増刊.
- 25) Friedewald WT, Levy RI, Fredrickson DS. Estimation of the concentration of low-density lipoprotein cholesterol in plasma, without use of the preparative ultracentrifuge. *Clinical Chemistry* 1972; 18: 499-502.
- 26) Ikeda Y, Suehiro T, Nakamura T, et al. Clinical significance of the insulin resistance index as assessed by homeostasis model assessment. *Endocrine Journal* 2001; 48: 81-86.
- 27) 食品成分研究調査会, 編. 五訂増補日本食品標準成分表. 東京: 医歯薬出版, 2005.
- 28) Kumahara H, Schutz Y, Ayabe M, et al. The use of uniaxial accelerometry for the assessment of physical-activity-related energy expenditure: a validation study against whole-body indirect calorimetry. *The British Journal of Nutrition* 2004; 91: 235-243.
- 29) Matsuo T, Okura T, Nakata Y, et al. The influence of physical activity-induced energy expenditure on the variance in body weight change among individuals during a diet intervention. *Obesity Research & Clinical Practice* 2007; 1: 109-117.
- 30) Masse LC, Fuemmeler BF, Anderson CB, et al. Accelerometer data reduction: a comparison of four reduction algorithms on select outcome variables. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 2005; 37: S544-S554.
- 31) Ainsworth BE, Haskell WL, Leon AS, et al. Compendium of physical activities: classification of energy costs of human physical activities. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 1993; 25: 71-80.
- 32) 香川芳子. 五訂版食品80キロカロリーガイドブック. 東京: 女子栄養大学出版部, 2002.
- 33) Institute of Medicine. *Weighing the Options: Criteria for Evaluating Weight-Management Programs*. Washington, DC: The National Academies Press, 1995.
- 34) 健康・栄養情報研究会. 厚生労働省 国民健康・栄養調査報告 (平成16年). 東京: 第一出版, 2006.
-

Effects of a community-based weight loss program, jointly established
by local government and university faculty, on weight loss and
metabolic syndrome components:
The Sodegaura Weight Management Study

Tomoaki MATSUO^{*,2*}, Yukako MUROTAKE^{3*}, Yoshio NAKATA^{*}, Satoshi SEINO^{4*},
Tomohiro OKURA^{*} and Kiyoji TANAKA^{*}

Key words : metabolic syndrome, weight loss, lifestyle modifications

Purpose Sodegaura City (Chiba, Japan) and the University of Tsukuba (Ibaraki, Japan) have jointly established a community-based weight loss program named the Sodegaura SMART Diet (SSD). The purpose of this study was to investigate the effects of the SSD on weight loss and metabolic syndrome (MS) components.

Methods The study period spanned 2004 to 2008 with 192 women who satisfied the following two study criteria: 1) age from 40 to 64 years; and 2) BMI ≥ 25 kg/m² or abdominal circumference (AC) ≥ 90 cm. A total of 184 (95.8%) women completed the entire study program of 12 lectures in 14 weeks regarding an appropriate diet and physical activity. We measured and analyzed changes in body weight and MS components before and after the SSD. Furthermore, we compared changes in body weight and MS components between an intervention group (32 participants in 2008) and a control group (16 women who participated in a one-time lecture on MS and pre- and post-measurement sessions). Between 2004 and 2006, 122 women participated in the SSD, 96 of which (78.7%) consented to a 2 year follow-up measurement session.

Results Analysis of the 184 subjects who completed the study program showed significant decreases in body weight (66.9 ± 8.2 kg to 59.4 ± 7.5 kg), BMI (27.7 ± 2.7 kg/m² to 24.6 ± 2.6 kg/m²), AC (95.2 ± 7.4 cm to 87.8 ± 7.6 cm), and the number of MS components (2.1 ± 1.1 to 1.1 ± 1.0). At baseline, the prevalence of MS and pre-MS as determined by the Japanese MS definitions was 33.2% (61 subjects) and 27.7% (51 subjects), respectively. After the intervention, the prevalence decreased significantly to 6.0% (11 subjects) and 15.2% (28 subjects), respectively. We observed significant group differences between the SSD and control groups in changes for several variables, i.e., body weight, BMI, percent fat mass, AC, triglycerides, fasting plasma glucose, and number of MS components. After the 2 year follow-up, body weight (-6.2 ± 3.7 kg) and AC (-5.9 ± 5.0 cm) were still significantly decreased compared to pre-intervention measurements.

Conclusions Our study showed that the SSD may affect weight loss and improve MS components among middle-aged Sodegaura citizens. The local government will use these data to plan a city-wide promotion of the program to improve the health of its citizens.

* Graduate School of Comprehensive Human Science, University of Tsukuba, Ibaraki, Japan

^{2*} Japan Society for the Promotion of Science, Tokyo, Japan

^{3*} Sodegaura City, Chiba, Japan

^{4*} THF Co., Ltd., Ibaraki, Japan