

女子大学生における骨密度と生活習慣の関係

吉 成 啓 子
松 前 祐 司

1. はじめに

骨密度の測定が簡易に行えるようになった現在、健康・栄養教育を念頭に様々な専門分野において骨密度に関連するデータが報告されている（加藤ら，2006；広田，2003；中田，2003）。しかしながら、測定機器、対象者、アンケート調査内容などの違いによって、定まった見解が得られていないというのが現状である。そこで本研究では、女子大学生の骨密度に影響を及ぼす生活要因を検討するとともに、データの収集方法そのものにも検討を加えることを主要な目的とした。

2. 方 法

(1) 測定時期および対象者

2005年4月、2006年4月に測定を希望した安田女子大学（広島県広島市）の学生163人、および、2006年4月に測定を希望した白百合女子大学（東京都調布市）の学生184人を対象とした。

(2) 骨密度測定法

定量的超音波法を用いた。安田女子大学ではアロカ社製 AOS-100NW、白百合女子大学では古野電気社製 CM-100を用い、踵骨に接触振動子をあてて計測した。AOS-100NW においては超音波伝播速度と透過指標から

骨密度の指標値を求めているのに対し（付録1）、CM-100においては超音波伝播速度を骨密度の指標値としている。

（3） アンケート調査

骨密度測定時に生活習慣に関するアンケート調査用紙（表1）を配布し、当日回収した。

（4） 統計処理

骨密度指標値については、〈平均値±標準偏差〉の範囲に含まれるグループを中位群とし、〈平均値+標準偏差〉を越えるグループを上位群、〈平均値-標準偏差〉未達のグループを下位群とした。アンケート調査項目については、問2と問4を除き2～4段階で回答してもらい、回答の数値をそのまま得点とすることで数量化を行った。例えば問1の場合は「1. ほとんど毎日」を1点、「2. 週3回くらい」を2点、「3. 週1回くらい」を3点、「4. ほとんどしない」を4点とした。各アンケート調査項目における上位群、下位群の得点の平均値の差の比較を両側t検定により行った。

3. 結果と考察

安田女子大学においては、上位群および下位群がそれぞれ29名、中位群が105名、白百合女子大学においては、上位群および下位群がそれぞれ21名、中位群が142名であった。

（1） 骨密度と運動習慣の関係

運動が骨密度を高めるために有効であるという説は、一般的に認知されている。実際、スポーツ選手の骨密度が一般人よりも有意に高い値を示すこと、ハイインパクト負荷が骨密度を高めるために有効であることが、多くの実験的研究により明らかにされている。しかしその一方で、アンケート調査結果との関連を見る報告では一定の見解が得られていない。例えば

坂本ら（2000）は女子大生を対象とした研究で、運動期間と骨密度指標値との間に有意な相関があると報告しているのに対し、篠田ら（2003）は岐阜市周辺地域住民男女を対象とした研究で、現在および過去の運動習慣と骨密度指標値との間に関連性は認められなかったと報告している。

本研究においては、現在の運動・スポーツの実施状況〈問1〉の上・中・下位群の得点（表2）は、安田女子大学の場合3.3～3.5点、白百合女子大学の場合3.5～3.8点、すなわち両大学とも「3. 週1回くらい」と「4. ほとんどしない」の中間に位置していた。

1回の運動・スポーツの実施時間〈問3〉の上・中・下位群の得点（表3）は、安田女子大学の場合2.7～3.2点、白百合女子大学の場合3.0～3.1点、すなわち両大学とも「3. 30分以内」の周辺に位置していた。いずれの項

表2 骨密度指標値各群ごとの現在の運動・スポーツの実施状況について

1. ほとんど毎日 2. 週3回くらい 3. 週1回くらい 4. ほとんどしない

安田女子大学

	得点1 の人数	得点2 の人数	得点3 の人数	得点4 の人数	無回答 の人数	平均 点数	標準 偏差
上位群	2	1	10	14	2	3.33	0.86
中位群	3	2	34	61	5	3.53	0.68
下位群	2	1	9	17	0	3.41	0.85

白百合女子大学

	得点1 の人数	得点2 の人数	得点3 の人数	得点4 の人数	無回答 の人数	平均 点数	標準 偏差
上位群	0	3	4	14	0	3.52	0.73
中位群	4	10	26	97	5	3.58	0.75
下位群	0	0	4	17	0	3.81	0.39

目も、上位群の骨密度指標値と下位群の骨密度指標値との間には有意な差異は認められなかった。なお、現在実施している運動・スポーツの種目〈問2〉、および過去に実施していた運動・スポーツの種目〈問4〉と骨密度指標値との間には特に関連性を見出すことはできなかった。

このように、運動が骨密度を高めるために効果があるとする報告と効果がないとする報告が混在するのは、対象者の行った運動の強度が一様でないこと、アンケート調査では運動の内容を詳細に把握しにくいことなどが原因であると考えられる。このことは、アンケート調査結果によって得られた結果を、性別・年齢・地域・ライフスタイルなどの異なる集団に安易にあてはめてはならないということの意味している。また本研究の場合は上・下位群それぞれのn数（対象者数）が40以下であり、このn数の少

表3 骨密度指標値各群ごとの1回の運動・スポーツの実施時間

1. 1時間以上 2. 30分～1時間 3. 30分以内 4. 0分

安田女子大学

	得点1 の人数	得点2 の人数	得点3 の人数	得点4 の人数	無回答 の人数	平均 点数	標準 偏差
上位群	6	6	4	11	2	2.74	1.20
中位群	10	15	21	57	2	3.21	1.02
下位群	3	5	6	14	1	3.11	1.05

白百合女子大学

	得点1 の人数	得点2 の人数	得点3 の人数	得点4 の人数	無回答 の人数	平均 点数	標準 偏差
上位群	5	0	3	10	3	3.00	1.16
中位群	27	16	17	76	6	3.04	1.21
下位群	3	4	2	11	1	3.05	1.16

なさが統計的検定力の弱さにつながっている可能性もある。

(2) 骨密度と食生活の関係

カルシウム摂取が骨密度に与える影響を検討した研究は多いが、統計的な有意差を報告したものは少ない。例えば具体的な食事指導が骨密度上昇につながる（広田，2003）という見解がある一方で、アンケート調査から得られた栄養素量と骨密度指標値との間には相関が認められない（坂本ら，2000）という報告がある。

本研究においては、乳製品（牛乳・ヨーグルト・チーズ）の摂取頻度〈問5〉の得点（表4）は、安田女子大学の場合1.5～1.8点、すなわち

表4 骨密度指標値各群ごとの乳製品の摂取頻度

1. ほとんど毎日摂る 2. 週3回くらい摂る 3. ほとんど摂らない

安田女子大学

	得点1 の人数	得点2 の人数	得点3 の人数	無回答 の人数	平均 点数	標準 偏差
上位群	18	6	4	1	1.50	0.73
中位群	48	34	21	2	1.74	0.78
下位群	14	8	7	0	1.76	0.82

白百合女子大学

	得点1 の人数	得点2 の人数	得点3 の人数	無回答 の人数	平均 点数	標準 偏差
上位群	5	6	8	2	2.16	0.81
中位群	70	54	17	1	1.62	0.69
下位群	13	6	2	0	1.48*	0.66

*上位群と下位群との間の有意差：P < 0.01

「1. ほとんど毎日摂る」と「2. 週3回くらい摂る」の中間に位置していたのに対し、白百合女子大学の場合上位群（2.2点）と下位群（1.5点）との間に有意な差が認められ、乳製品の摂取頻度が少ないグループの骨密度指標値が高いという予想に反する結果を得た。

また、野菜と果物の摂取頻度〈問6〉の上・中・下位群の得点（表5）は、安田女子大学の場合1.2～1.4点、白百合女子大学の場合1.3～1.4点、すなわち「1. ほとんど毎日摂る」と「2. 週3回くらい摂る」の中間に位置し、いずれも上位群の骨密度指標値と下位群の骨密度指標値との間には有意な差異は認められなかった。

このように、食生活と骨密度指標値との間に明確な関連性を見出すことが困難な理由としては、女子大学生の食事に対する時間的経済的制約、す

表5 骨密度指標値各群ごとの野菜と果物の摂取頻度

1. ほとんど毎日摂る 2. 週3回くらい摂る 3. ほとんど摂らない

安田女子大学

	得点1 の人数	得点2 の人数	得点3 の人数	無回答 の人数	平均 点数	標準 偏差
上位群	21	7	0	1	1.25	0.43
中位群	69	28	5	3	1.37	0.58
下位群	24	5	0	0	1.17	0.38

白百合女子大学

	得点1 の人数	得点2 の人数	得点3 の人数	無回答 の人数	平均 点数	標準 偏差
上位群	15	2	3	1	1.40	0.73
中位群	93	40	7	2	1.39	0.58
下位群	16	4	1	0	1.29	0.55

なわち食生活の乱れを要因のひとつとしてあげることにはできないだろうか。アンケート調査によって得られた乳製品および野菜・果物の摂取状況が、学生個々人の本来の食事内容を必ずしも反映するものになっていない可能性があると考ええる。

(3) 骨密度と睡眠時間の関係

先に述べた女子大生の食生活の乱れは生活リズムの乱れに起因するという仮説のもとに、骨密度に影響を与える因子としてこれまで十分なデータ量が集められていなかった睡眠時間をアンケート調査項目に加えた。

本研究においては、平均睡眠時間〈問7〉の得点(表6)は、安田女子

表6 骨密度指標値各群ごとの平均の睡眠時間

1. 8時間以上 2. 6～8時間 3. 6時間未満

安田女子大学

	得点1 の人数	得点2 の人数	得点3 の人数	無回答 の人数	平均 点数	標準 偏差
上位群	1	24	3	1	2.07	0.37
中位群	3	81	19	2	2.16	0.44
下位群	1	19	9	0	2.28*	0.52

*上位群と下位群との間の有意差：P<0.1

白百合女子大学

	得点1 の人数	得点2 の人数	得点3 の人数	無回答 の人数	平均 点数	標準 偏差
上位群	0	10	10	1	2.50	0.50
中位群	7	72	61	2	2.39	0.58
下位群	0	10	10	1	2.50	0.50

大学の場合は2.1～2.3点、白百合女子大学の場合は2.4～2.5点であり、両大学とも睡眠時間は6～7時間前後の学生が多いと推察された。骨密度との関係についてみると、安田女子大学の場合、上位群の睡眠時間（2.1点）が下位群の睡眠時間（2.3点）より有意ではないものの長い傾向を示しており、睡眠時間の短さが骨密度の低下につながる可能性が示唆された。白百合女子大学の場合はそのような傾向は認められなかった。

（4） 骨密度とダイエットおよび月経の関係

女子大生は自分の実際の体脂肪率から判定される肥瘦度よりも太めであると評価することが多いとされている（吉成ら、1990；柴田ら、1992）。

表7 骨密度指標値各群ごとのダイエットの有無

1. ない 2. ある

安田女子大学

	得点1 の人数	得点2 の人数	無回答 の人数	平均 点数	標準 偏差
上位群	23	5	1	1.18	0.38
中位群	78	23	4	1.23	0.42
下位群	23	5	1	1.18	0.38

白百合女子大学

	得点1 の人数	得点2 の人数	無回答 の人数	平均 点数	標準 偏差
上位群	8	13	0	1.62	0.49
中位群	102	34	6	1.25	0.43
下位群	18	2	1	1.10*	0.30

*上位群と下位群との間の有意差：P < 0.01

加えて、やせ願望の強さが無理なダイエットを引き起こし、月経異常につながることも観察されている（広田ら、1996）。また、閉経期の女性では女性ホルモンの分泌減少に伴い骨密度が低下し始めるという説は、一般的に認知されている。しかし、本研究の場合は対象が閉経前の女子大学生であるため、ダイエットの有無〈問8〉および月経不順の有無〈問10〉と骨密度指標値との関連についてのみ検討することにした。

本研究においては、ダイエットの有無に関する得点（表7）は、安田女子大学の場合どのグループも1.2点、すなわちダイエット経験のない者が大勢を占めたのに対し、白百合女子大学の場合上位群（1.6点）と下位群（1.1点）との間に有意な差が認められ、ダイエット経験のあるグループのほうが骨密度指標値が高いという予想に反する結果を得た。

表8 骨密度指標値各群ごとの月経不順の有無

1. はい 2. いいえ

安田女子大学

	得点1 の人数	得点2 の人数	無回答 の人数	平均 点数	標準 偏差
上位群	7	20	2	1.74	0.44
中位群	26	75	4	1.74	0.44
下位群	9	20	0	1.69	0.46

白百合女子大学

	得点1 の人数	得点2 の人数	無回答 の人数	平均 点数	標準 偏差
上位群	7	13	1	1.65	0.48
中位群	36	101	5	1.74	0.44
下位群	6	15	0	1.71	0.45

月経不順の有無に関する得点（表8）は、安田女子大学、白百合女子大学ともに1.7点であり、両大学とも上位群の骨密度指標値と下位群の骨密度指標値との間には有意な差異を見出すことはできなかった。

（5） その他の項目との関係

長時間にわたるベッドレストは骨密度の減少を引き起こす。そこで本研究では、入院経験が骨密度に影響を与える因子になり得ると考え、入院経験の有無をアンケート調査項目に加えた。

本研究においては、入院経験の有無〈問9〉の上・中・下位群の得点（表9）は、安田女子大学の場合1.1～1.2点、白百合女子大学の場合1.2～1.3点を示し、両大学とも上位群の骨密度指標値と下位群の骨密度指標値との間には有意な相関関係を見出すことはできなかった。

表9 骨密度指標値各群ごとの入院の有無

1. ない 2. ある

安田女子大学

	得点1 の人数	得点2 の人数	無回答 の人数	平均 点数	標準 偏差
上位群	22	6	1	1.21	0.41
中位群	78	24	3	1.24	0.42
下位群	24	4	1	1.14	0.35

白百合女子大学

	得点1 の人数	得点2 の人数	無回答 の人数	平均 点数	標準 偏差
上位群	14	7	0	1.33	0.47
中位群	101	37	4	1.27	0.43
下位群	16	5	0	1.24	0.43

4. 分析結果の現場への活用法

本研究においては、骨密度指標値と得点化したアンケート調査結果との間に、安田女子大学と白百合女子大学とが一致して関連があるとされた項目は得られず、アンケート調査内容および測定方法の再検討というテーマも今後の課題として浮かび上がることとなった。本研究で得られた結果は、全体的に見ると特徴が少ないと言わざるを得ないが、次の調査につなげるという点では有用な部分が多い。今回と基本的に同じ手法を用いて継続して行いたい研究テーマとしては、たとえば次のようなものが考えられる。

- ・骨密度測定装置の再現性の確認
- ・骨密度測定装置の一致性の確認（たとえば、AOS-100NW と CM-100 の比較）
- ・骨密度の地域差（たとえば、広島と東京の比較）
- ・運動部部員の骨密度の特徴（たとえば、サッカー部、バレー部、テニス部の比較）
- ・男子大学生の骨密度と生活習慣の関係

骨密度と生活習慣の関係を明らかにするという本研究の当初の目的を達成するためには、上記のような基礎的横断的研究に加え、運動指導の効果を調査するというような縦断的研究も必要であることは言うまでもない。飽食の時代の中で、無理なダイエット、不規則な生活、運動不足など、女子大学生のみならず青少年・一般人・中高年の骨密度低下をもたらす要因が増加しつつある現在、望ましい生活習慣を確立するための健康・栄養教育につながるためのデータを継続的に収集していく必要があると考える。

5. 要 約

本研究では健康・栄養教育につなげることを念頭に、女子大学生の骨密度に影響を及ぼす生活要因を検討すること、およびデータの収集方法に検討を加えることを主要な目的とした。対象者は安田女子大学学生163人、白百合女子大学学生184人で、骨密度指標値の測定には安田女子大学ではアロカ社製 AOS-100NW、白百合女子大学では古野電気社製 CM-100を用いた。同時に行った10項目からなる生活習慣に関するアンケート調査結果を得点化し、骨密度指標値の上位群と下位群それぞれの平均得点の差異を検討した。現在および過去の運動・スポーツ実施状況、1回の運動・スポーツの実施時間、現在実施している運動・スポーツの種目、過去に実施した運動・スポーツの種目、乳製品（牛乳、ヨーグルト、チーズ）の摂取状況、野菜と果物の摂取状況、平均睡眠時間、ダイエットの有無、月経不順の有無、入院経験の有無について、両大学とも一致して有意差がある項目を引き出すことはできず、アンケート調査内容の再検討という手法上のテーマも浮かび上がることとなった。しかし、いくつかの項目については大学ごとに有意な差が認められ、例えば安田女子大学では骨密度指標値上位群の睡眠時間が骨密度指標値下位群の睡眠時間より長いという傾向を示しており、睡眠時間の短さが骨密度の低下につながる可能性が示唆された。飽食の時代の中で、無理なダイエット、不規則な生活、運動不足など、女子大学生のみならず青少年・一般人・中高年の骨密度低下をもたらす要因が増加しつつある現在、望ましい生活習慣を確立するための健康・栄養教育につながるためのデータを今後も継続的に収集していく必要があると考えられた。

謝 辞

本研究の調査やデータ分析等は、平成16年度～18年度の白百合女子大学研究奨励費（テーマ：運動処方のための体力診断システムの開発およびその教育方法の研究）によって行われた。

本研究を実施するにあたり多大なご尽力をいただいた安田女子大学友末亮三先生、北野旭美先生、亀井文先生、飴野倫子さん、調査にご協力いただいた安田女子大学、白百合女子大学の学生の皆さんに、心から感謝いたします。

なお本研究においては、吉成が実験の立案、資料の収集、および論文のとりまとめを担当し、松前が調査結果の整理を担当した。

参考文献

1. 広田孝子 (2003) : 小・中・高校の現場における骨粗鬆症予防のための栄養教育. 栄養学雑誌61 (2)、93-97.
2. 広田孝子、広田憲二 (1996) : ダイエット・アドバイスコーナー. 産婦人科の実際45、921-926.
3. 加藤 尊、梅村義久 (2006) : 骨「骨密度測定とトレーニングによる骨の適応」. トレーニング科学18 (3)、179-185.
4. 中田由夫 (2003) : 肥満女性における減量が骨量に及ぼす影響. 筑波大学博士論文.
5. 坂本裕子、三好正満 (2000) : 女子大学生の骨量及びその1年間の変化に影響を及ぼす因子について - 料理選択能力及び運動期間との関係 -. 栄養学雑誌58 (1)、5-14.
6. 柴田早苗、吉成啓子、友末亮三 (1992) : 女子学生の肥瘦意識と体脂肪率. CIRCULAR53, 135-138.
7. 篠田あさ江、栢下 淳、間所重樹 (2003) : 岐阜市周辺地域住民の骨密度調査 - 2002年度調査結果 -. 岐阜市立女子短期大学研究紀要52、297-290.
8. 吉成啓子 (1990) : 40歳代の女性の身体意識. 白百合女子大学研究紀要26、31-52.

生活習慣に関するアンケート

平成 年 月 日

この調査は、骨密度の低下を防止するための基礎資料を得ることを目的としています。調査内容は研究目的にのみ使われ、個人に迷惑がかかることは一切ありません。この主旨にご賛同いただき、ご協力くださいますようお願い申し上げます。

氏名 _____ 学籍番号 _____
 音響的骨評価値 _____ 相当% _____
 年齢 _____ 歳 性別 1. 男性 2. 女性
 身長 _____ cm 体重 _____ Kg

- 【1】現在の運動・スポーツの実施状況についてお答え下さい。
 1. ほとんど毎日 2. 週3回くらい
 3. 週1回くらい 4. ほとんどしない
- 【2】現在実施している運動・スポーツの種目をお答え下さい。
 いくつ○印をつけても結構です。
 1. 歩行 2. ジョギング 3. 体操 4. 水泳
 5. ゴルフ 6. テニス 7. 野球 8. トレーニング
 9. その他 [] 10. なし(しない人)
- 【3】1回の運動・スポーツの実施時間をお答え下さい。
 1. 1時間以上 2. 30分～1時間 3. 30分以内 4. 0分(しない人)
- 【4】過去に実施していた運動・スポーツがあればその種目をお答え下さい。
 いくつ○印をつけても結構です。
 1. 歩行 2. ジョギング 3. 体操 4. 水泳
 5. ゴルフ 6. テニス 7. 野球 8. トレーニング
 9. その他 [] 10. なし(しない人)
- 【5】乳製品(牛乳・ヨーグルト・チーズ)の摂取頻度についてお答え下さい。
 1. ほとんど毎日摂る 2. 週3回くらい摂る 3. ほとんど摂らない
- 【6】野菜と果物の摂取頻度についてお答え下さい。
 1. ほとんど毎日摂る 2. 週3回くらい摂る 3. ほとんど摂らない
- 【7】平均の睡眠時間についてお答え下さい。
 1. 8時間以上 2. 6～8時間 3. 6時間未満
- 【8】あなたはダイエットをしたことがありますか？
 1. ない 2. ある [時期と期間をお答え下さい： 歳頃 ヶ月]
- 【9】あなたは入院をしたことがありますか？
 1. ない 2. ある [時期と期間をお答え下さい： 歳頃 日]
- 【10】女性のみお答え下さい。月経不順ですか？ または閉経していますか？
 1. はい 2. いいえ

ご協力ありがとうございました。

表1. 生活習慣に関するアンケート調査用紙

[付録] 定量的超音波法を用いた骨密度測定装置（アロカ社 AOS-100NW）の計測原理 [参考：KN1-0097マニュアル]

本装置では次の3つの値を求める。

- ① 超音波の伝わる速さが密度によって異なることを利用し、踵骨部分を透過する超音波の音速（SOS）を計測する。
- ② 超音波の透過の度合いが骨の量によって異なることを利用して、踵骨部分を透過した超音波の透過指標（TI）を計測する。
- ③ SOS と TI を演算し、音響的骨評価値（OSI）を算出する。

SOS、TI および OSI は、従来の DXA 法などを用いた骨密度測定装置から直接求めた骨密度（BMD）などと相関がある。

1. 音速（SOS）の計測原理

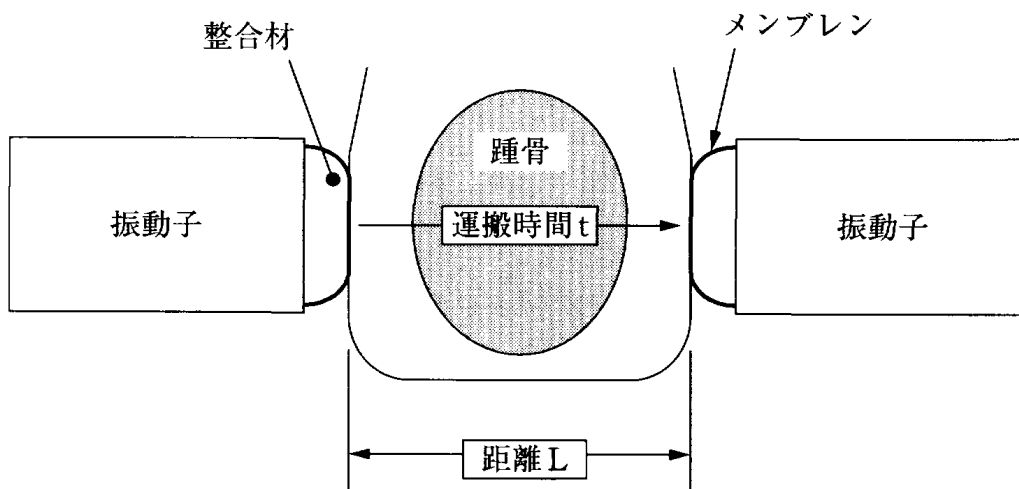


図1 測定装置の構造

まず、図1に示すように、対向する一对の振動子を被験者の踵部分に密着させ、一方の振動子から他方の振動子に向けて超音波パルスを発射し、超音波パルス伝播時間 t を計測する。被験者の踵部分の距離（幅） L は、測長により求める。踵部分の SOS は次式（1）により算出する。

$$\text{SOS} = L/t \quad (1)$$

2. 透過指標 (TI) の計測原理

次に、図 2 に示すように、受信透過波形の第 1 極大値の半振幅を TI と定義する。受信透過波形において、半振幅の狭い被験者は高い周波数成分も透過させていることになるので骨の量が少なく、半振幅の広い被験者は高い周波数成分をカットしていることになるので骨の量が多いと考えることができる。

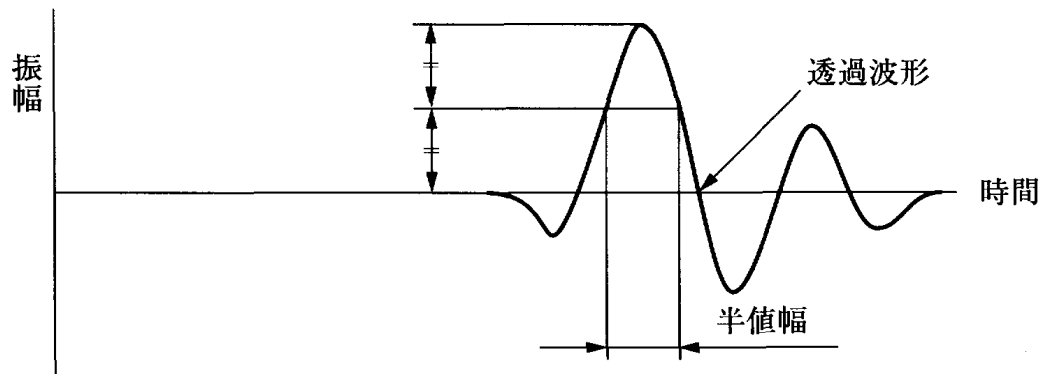


図 2 透過指標の定義

3. 音響的骨評価値 (OSI) の計測原理

OSI は次式 (2) により算出する。

$$\text{OSI} = \text{TI} \times \text{SOS}^2 \quad (2)$$

OSI は SOS と TI の両方の特性を反映した総合的な指標値である。

式 (2) は、弾性率 E を求める式 $E = \rho V^2$ (ρ : 密度、 V : 音速) に符合しており、骨の弾性率をよく反映していると考えられる。