

## —原 著—

## 手指骨の骨化と下顎骨の長さとの関係について

劉 泓虎 寺田 員人\* 花田 晃治

新潟大学歯学部歯科矯正学教室

(主任: 花田 晃治教授)

\*新潟大学歯学部附属病院特殊歯科総合治療部

(部長: 河野 正司)

**Key words:** 骨化度, 手指骨の長さ, 下顎骨の長さ, 成長

## 要 旨

この研究の目的は、指節骨と中手骨の骨化指標ならびにそれらの骨の長さとの関係、さらには下顎骨の長さとの関係について相対値を用いて調べることである。新潟大学歯学部附属病院矯正科来院の患者で拇指尺側種子骨の出現する前から女性満16歳、男性満17歳以上で経年的に右手骨レントゲン写真および側面セファログラムが6枚以上揃った女性10名、男性10名の計20名を被験者とした。手指骨の骨化度、手指骨の長さ、下顎骨の長さを調べ、各被験者それぞれの最大値に対する比率を求めた。

1. 最初の資料採得時の各比率は、手指骨の骨化度の比率が0.576、手指骨の長さの比率が0.777、下顎骨の長さの比率が0.850であった。
2. 手指骨の長さの比率に対する手指骨の骨化度の比率の関係は、手指骨の長さの比率が約0.7のところより手指骨の骨化度の比率が放物線状に増加したことから、手指骨の長さの変化を生物学的指標として扱うことができる。
3. 手指骨の長さの比率に対する下顎骨の長さの比率は、約3:2で変化していたが、個人差もある。

## 緒 言

生物学的年齢の一つとして従来骨年齢が使われ、おもに指節骨、中手骨、手根骨、橈骨および尺骨の骨化指標値を用いて評価している。一方、骨年齢と身長あるいは顎顔面の成長との関係についても多くの報告がある<sup>1-11)</sup>。

骨化の指標値について杉浦<sup>12)</sup>によれば、指節骨と中手骨を合わせた値が15.5歳の女性で99~100%、男性で90%に、手根骨が12~13歳で

約100%に達し、橈骨および尺骨が15.5歳で約90%に達すると報告している。下顎骨の長さの変化を調べるには、指節骨と中手骨あるいは橈骨と尺骨の骨化指標値が適していると考えられる。

指節骨、中手骨、橈骨および尺骨の骨化指標値の評価方法は違うが、0~10の11段階である。そこでさらに細かい連続量を指標とするために長さを計測項目として指節骨および中手骨の長さとの関係を調べることを考えた。

本研究では、下顎骨の長さは拇指尺側種子骨

の出現後約1年で最大成長するといわれている<sup>2,13-15)</sup>ために拇指尺側種子骨の出現前の資料を用い、従来行われてきた杉浦<sup>12)</sup>の指節骨と中手骨(以下、手指骨という)の骨化指標値で調べた変化と手指骨の長さの変化との関係、さらには下顎骨の長さとの関係について相対値を用いて調べることを目的とした。

## 資料ならびに方法

### 1. 資 料

新潟大学歯学部附属病院矯正科来院患者で拇指尺側種子骨の出現する前から女性満16歳、男性満17歳以上で経年的に右手骨のレントゲン写真と側面セファログラムとがそれぞれ6枚以上ある20名(女性:10名, 男性:10名)を被験者

表1 資料の構成

No.	性別	資料採得年齢		レントゲン写真数		セファログラム計測値		
		最 初	最 終	セファログラム	手 骨	SNA	SNB	ANB
1	女性	6y 7m	17y 2m	14	12	82.0	83.0	-1.0
2	女性	7y 8m	16y 0m	6	7	77.0	78.5	-1.5
3	女性	7y 7m	16y 1m	8	8	82.0	78.5	3.5
4	女性	9y 5m	18y 1m	6	7	85.5	76.5	9.0
5	女性	9y 5m	17y 7m	10	10	77.0	85.5	-8.5
6	女性	10y 6m	16y 6m	6	6	80.0	79.0	1.0
7	女性	10y 5m	16y 5m	6	6	79.5	79.0	0.5
8	女性	7y10m	17y 4m	8	8	86.0	85.0	1.0
9	女性	10y 3m	17y 9m	7	7	77.5	76.0	1.0
10	女性	8y 6m	15y 2m	9	9	81.5	80.5	1.0
11	男性	8y 6m	17y 6m	7	8	79.0	74.0	5.0
12	男性	8y 7m	17y10m	10	10	75.5	78.5	-3.0
13	男性	9y 2m	17y 4m	6	6	78.5	78.0	0.5
14	男性	8y 6m	18y11m	8	8	81.5	79.5	2.0
15	男性	10y 5m	18y 6m	7	8	80.5	76.5	4.0
16	男性	8y 1m	17y10m	9	9	93.0	91.0	2.0
17	男性	8y10m	18y 8m	8	8	84.5	83.0	1.5
18	男性	12y 3m	19y 4m	6	6	81.0	77.5	3.5
19	男性	9y 2m	18y 4m	9	10	78.0	81.0	-3.0
20	男性	10y 4m	17y 6m	6	6	85.0	77.0	8.0

表2 指節骨・中手骨の骨端核の骨化指標

- 0: 骨核未出現
- 1: 骨端軟骨内に小円形の陰影として骨核出現
- 2: 1の段階より骨核は大きくなるが、まだ骨端核固有の形態をとらない
- 3: 骨端核固有の分化が始まる
- 4: さらに分化が進んで骨端核の輪郭に凹凸が生じる。しかし、骨端核の骨幅は骨幹端の骨幅より小さい
- 5: 骨端核、骨幹端の骨幅が一致する
- 6: 骨端核の骨幹端に対する“垂れ下がり”いわゆる“capping”が始まる
- 7: 骨端核と骨幹端との間隙が縮小して、2平面が平行状態となり鋸状を呈する
- 8: 両者の融合が始まるがまだ完成しない時期
- 9: 両者の融合がほぼ完成するが、まだ明瞭な連続した横線が存在する
- 10: 両者の融合が完成した成人の骨

とした。被験者は、エッジワイズ装置による矯正治療を行った者、1期の治療のみで終了した者、経過観察のみで終了した者とさまざまである。資料の構成は表1のとおりで、顔面頭蓋の状態の理解のために最初の資料採得時のセファログラムの計測項目のうち、SNA, SNB, ANBを加えた。

## 2. 計測項目

1) 手指骨の骨化度の比率 (手指骨の骨化成熟度)

各手骨のレントゲン写真から、指節骨(14本)と中手骨(5本)の骨化度を杉浦<sup>12)</sup>の骨年齢評価法に従い、0~10の11段階に分けて(表2)、そ

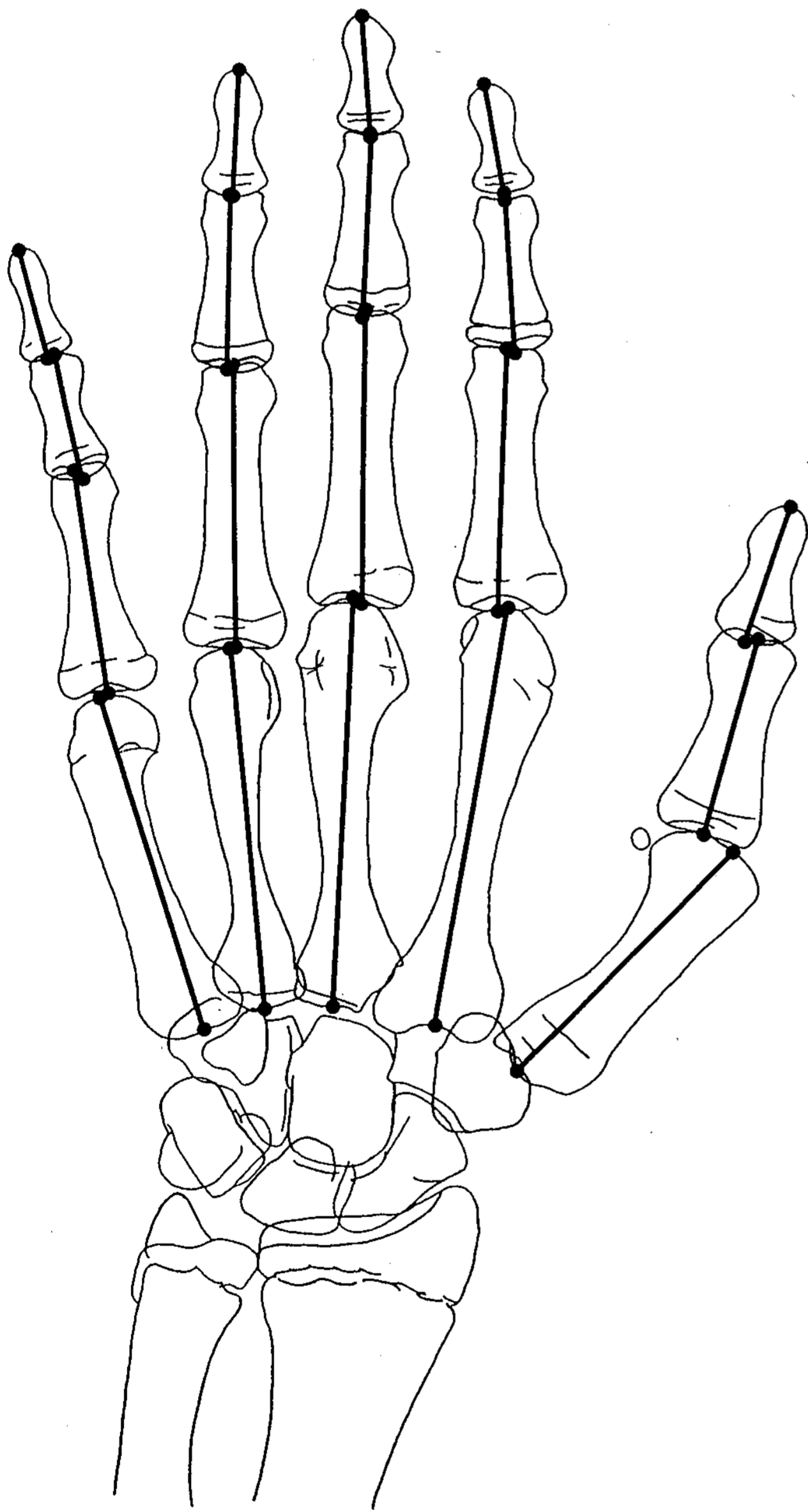


図1 手指骨の長さの計測部位  
中手骨(5)と指節骨(14)の合計19の骨の長さの合計

の合計を手指骨の骨化度とし、その最大の骨化度(190)で割った値を手指骨の骨化度の比率とし、これを手指骨の骨化成熟度とした。

2) 手指骨の長さの比率 (手指骨長の成長度)  
各手骨のレントゲン写真をトレースし、上記の指節骨と中手骨の長さをそれぞれ計測して、その合計を手指骨の長さとし(図1)、各被験者における手指骨の長さの最大値で割った値を手指骨の長さの比率とし、これを手指骨長の成長度とした。

3) 下顎骨の長さの比率 (下顎骨長の成長度)  
側面セファログラムをトレースして、下顎頭の最上後方点(Cd)からGnathion(Gn)までの距離を下顎骨の長さ(Cd-Gn)とした(図2)。各被験者における下顎骨の長さの最大値で割った値を下顎骨の長さの比率とし、これを下顎骨長の成長度とした。

手指骨の長さとは下顎骨の長さの計測にあたっては、分解能0.1mmのデジタルライザーを用いてパーソナルコンピュータで計測を行った。

## 3. 方法

手指骨の骨化成熟度、手指骨長の成長度、下顎骨長の成長度の3項目について以下の方法で

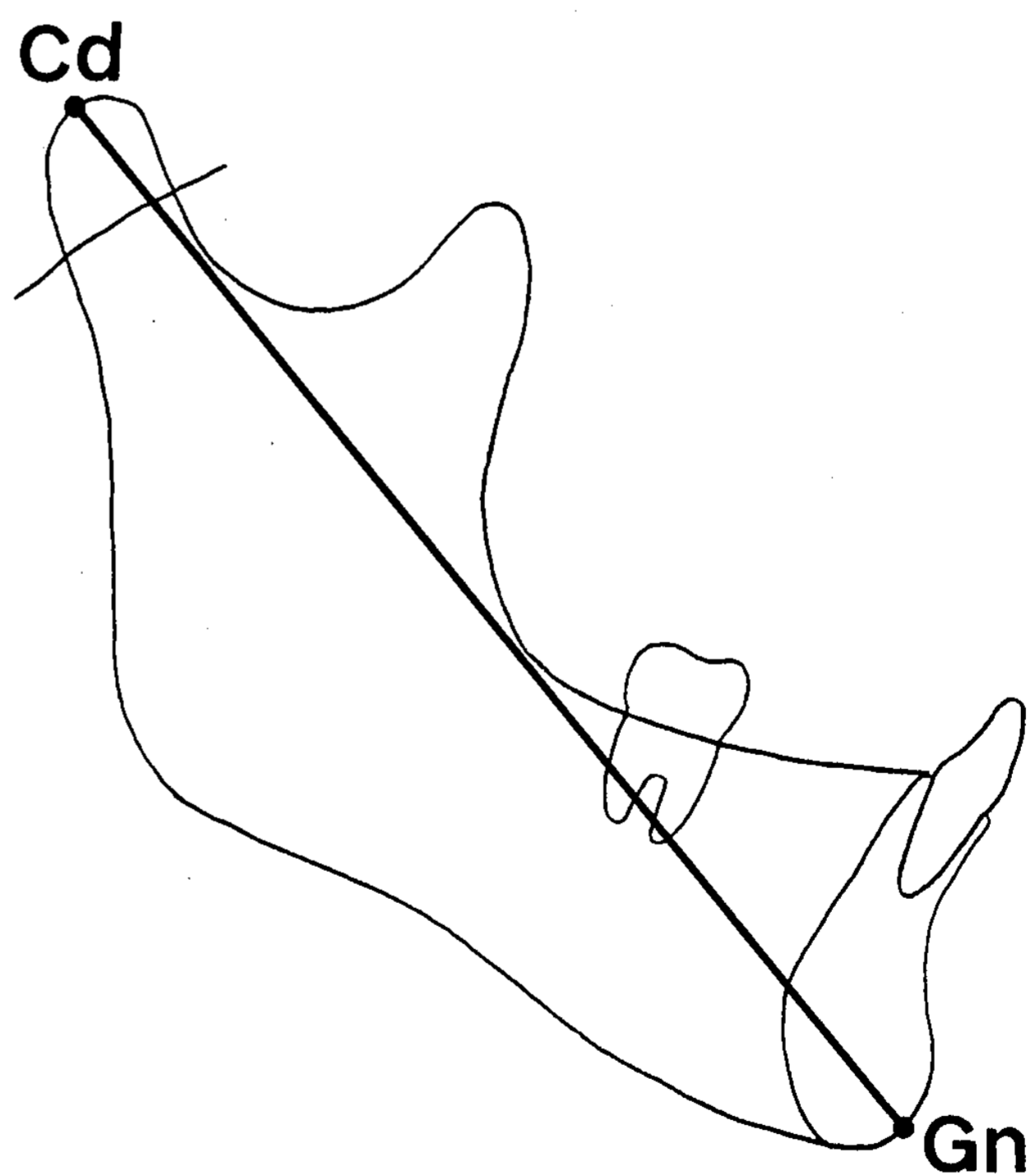


図2 下顎骨の計測部位  
下顎頭の最後上方(Cd)からGnathion(Gn)までの距離(Cd-Gn)

調べた。

1) 暦齢に対する各項目の変化について

各被験者における暦齢と手指骨の骨化成熟度、手指骨長の成長度、下顎骨長の成長度について、それぞれの変化を調べる。

2) 手指骨長の成長度と手指骨の骨化成熟度との関係について

手指骨長の成長度と骨化成熟度の変化について調べる。

3) 手根骨の骨化成熟度、手指骨長の成長度と下顎骨長の成長度との関係について

手指骨のレントゲン写真と側面セファログラムとを同日に撮影した全資料を用いて、手指骨の骨化成熟度と手指骨長の成長度に対する下顎骨長の成長度との変化を調べる。

なお、1日は1/365歳として暦齢を計算した。

結 果

1. 暦齢に対する各項目の変化について

全被験者の最初の資料採得時の各項目の平均値と標準偏差は、手指骨の骨化成熟度で0.576と0.0675、手指骨長の成長度で0.777と0.0589、下顎骨長の成長度で0.850と0.0494であった(表3)。最初の資料採得時の各項目について、それぞれ平均値の差の検定を行ったところ危険率1%で有意差を認め、平均値に差があると認められた。

暦齢と手指骨の骨化成熟度との変化、手指骨長の成長度との変化、下顎骨長の成長度との変化はそれぞれ図3、図4、図5である。各項目とも被験者特有の変化を示していた。

2. 手指骨長の成長度と手指骨の骨化成熟度との関係について

手指骨長の成長度と骨化成熟度との変化が図6である。被験者それぞれの変化を示し、手指骨長の成長度が約0.7のところより放物線状の折れ線を示していた。

3. 手指骨の骨化成熟度、長さの比率と下顎骨長の成長度との関係について

手根骨の骨化成熟度と下顎骨長の成長度との変化が図7である。階段状に多様に変化を示し

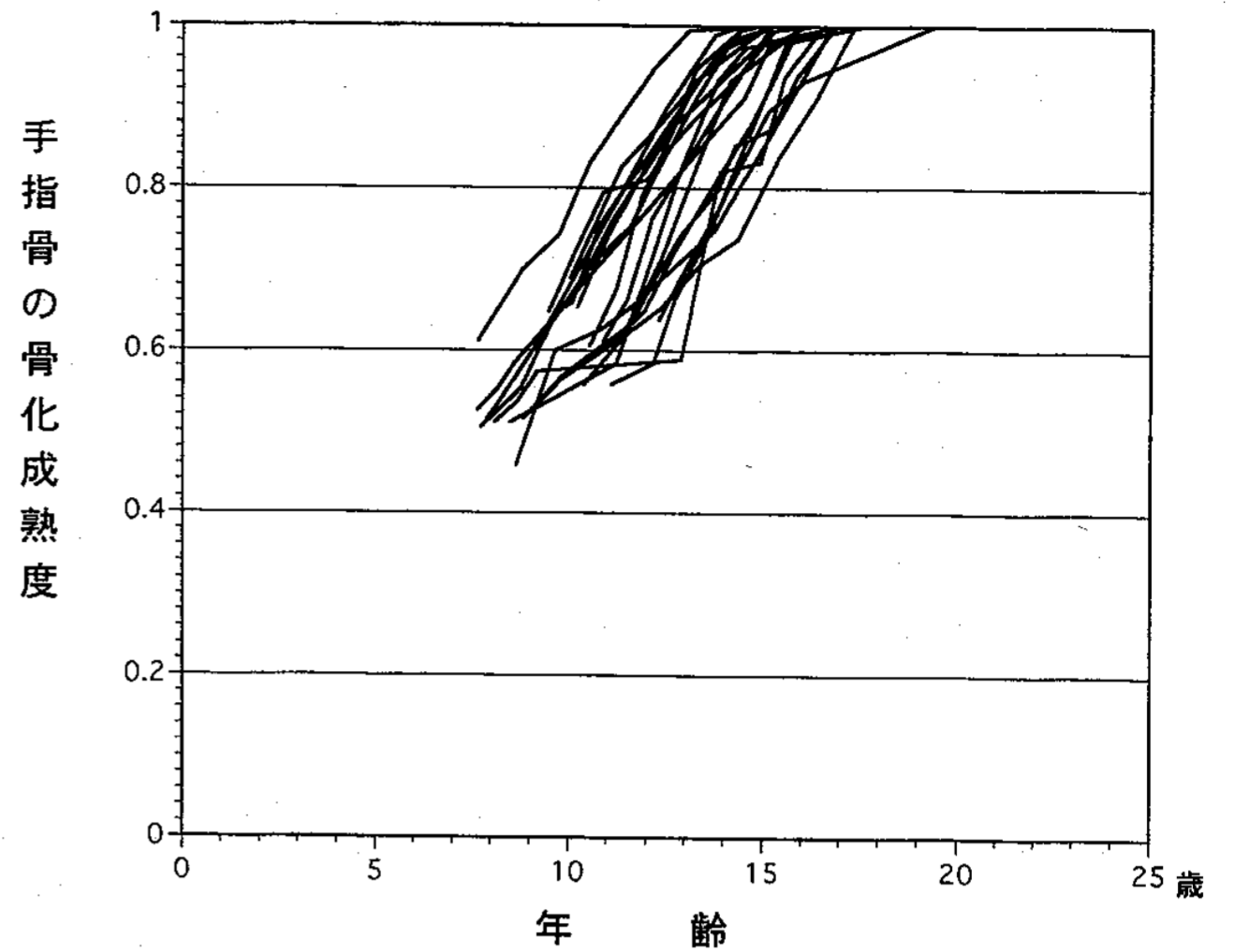


図3 暦齢と手指骨の骨化成熟度との関係

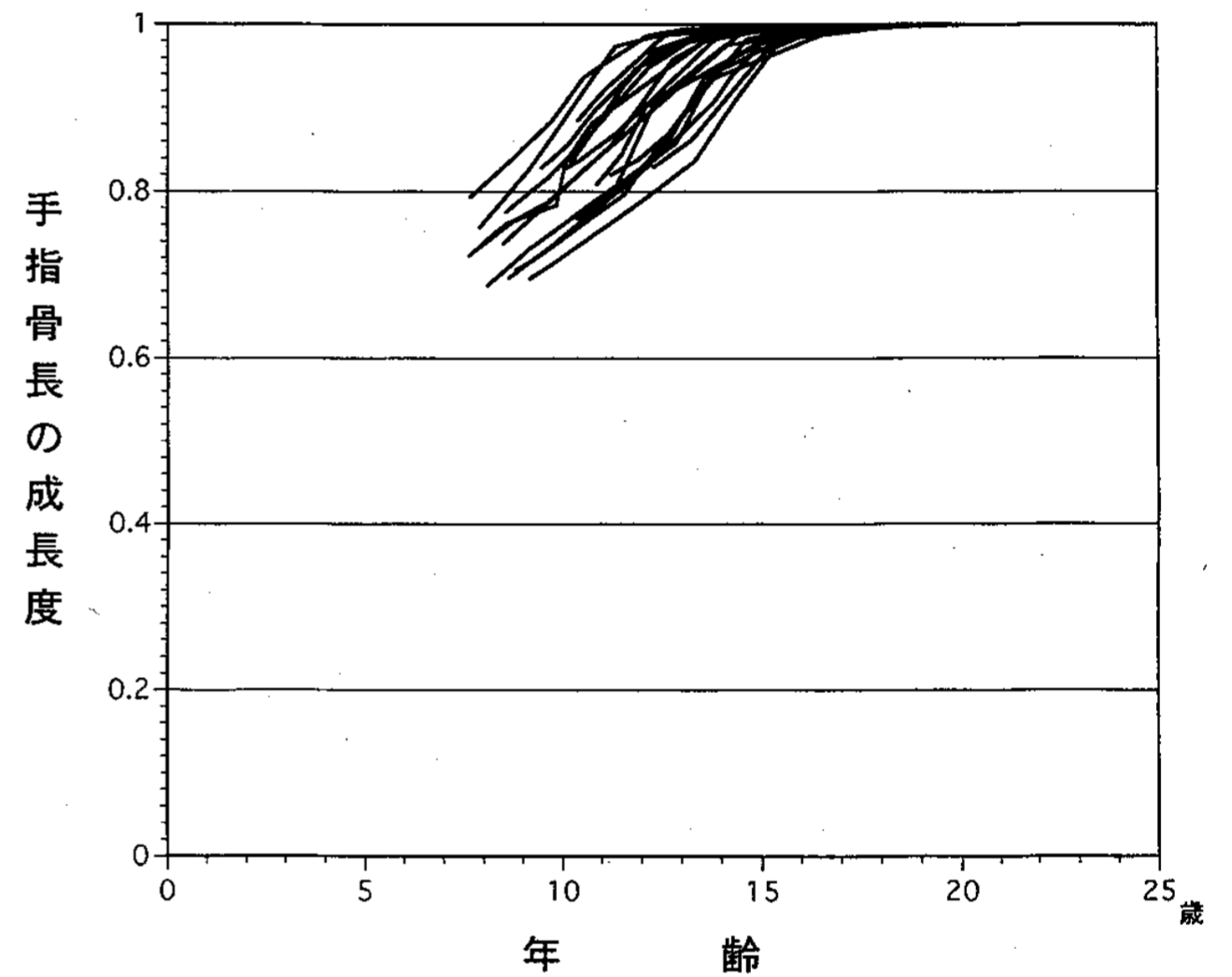


図4 暦齢と手指骨長の成長度との関係

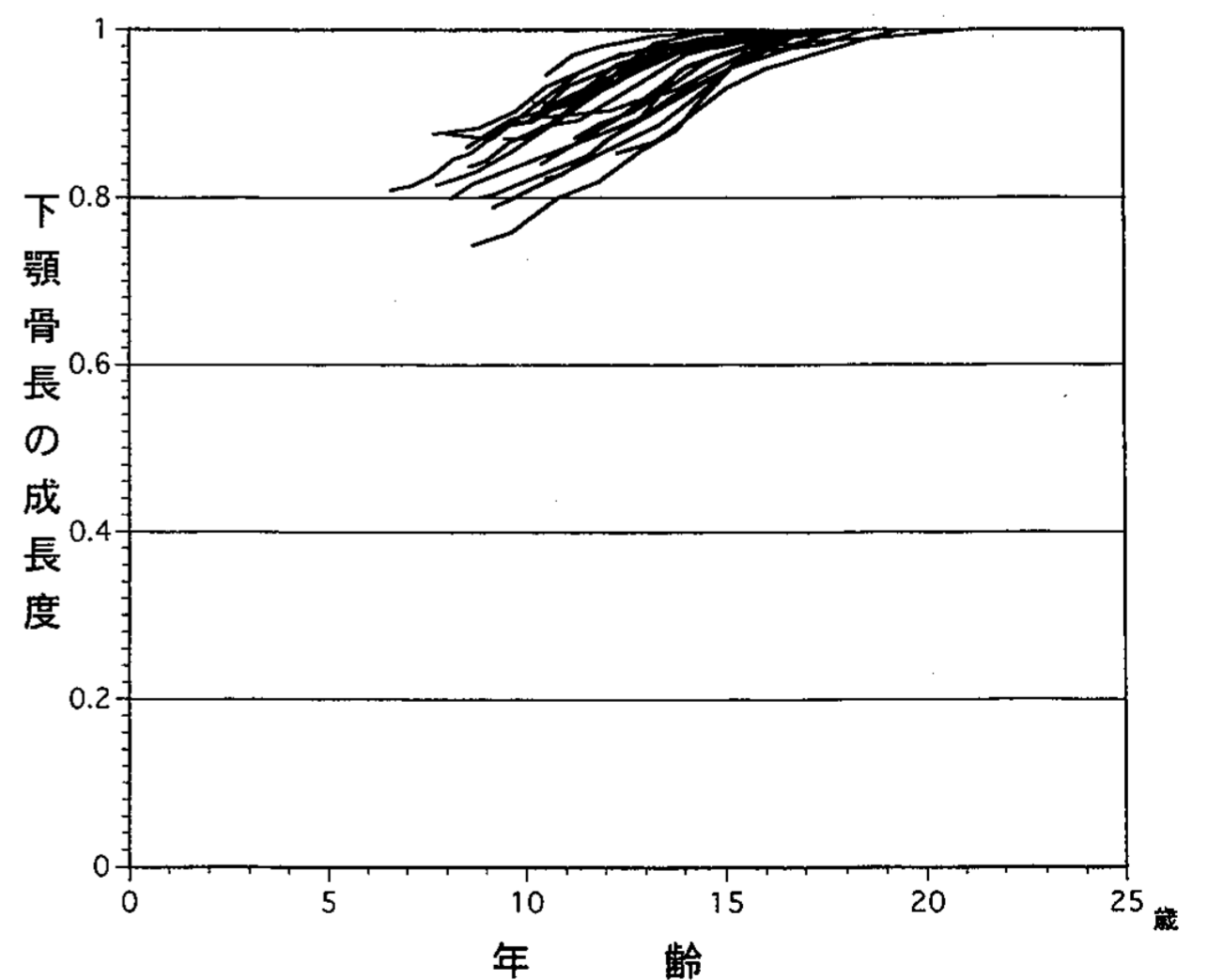


図5 暦齢と下顎骨長 (Cd-Gn) の成長度との関係

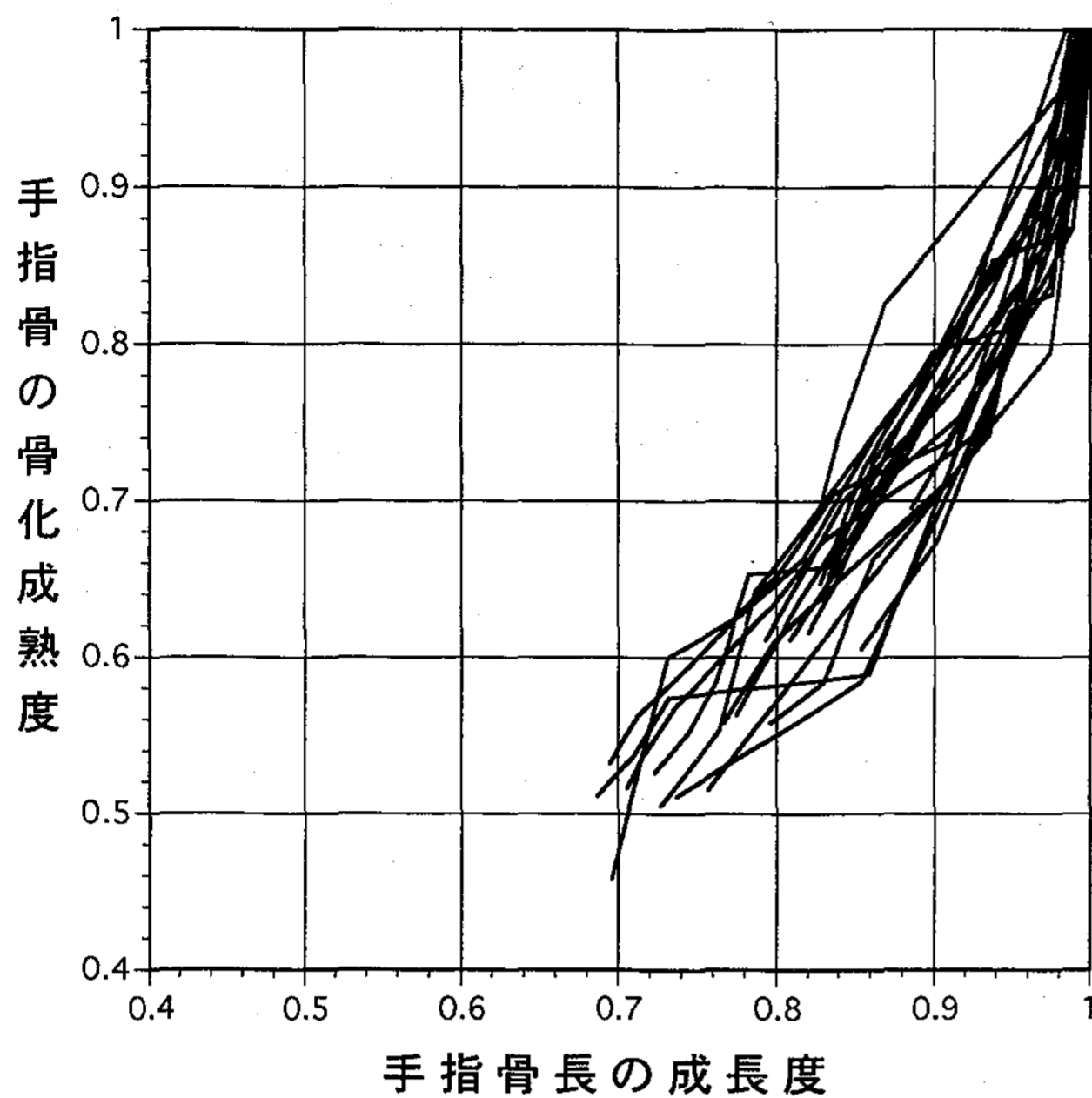


図6 手指骨長の成長度に対する骨化成熟度の変化  
手指骨長の成長度が約0.7から増えるにつれて放物線状に骨化成熟度が増加している。

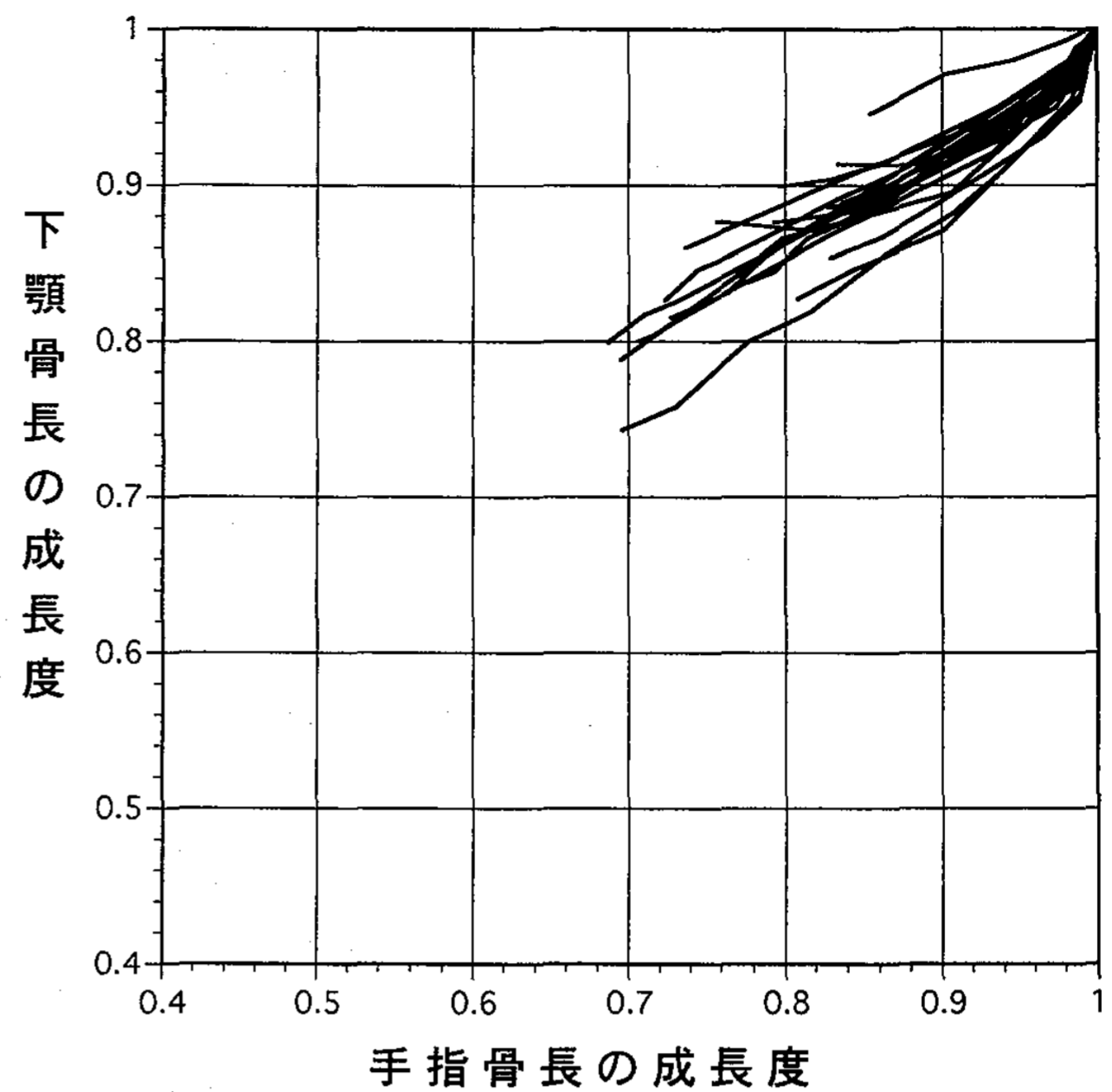


図8 手指骨長の成長度に対する下顎骨長の成長度の変化  
図7と違い折れ線が集中し、なめらかである。手指骨長の成長度と下顎骨長の成長度が約3:2の比で変化している。

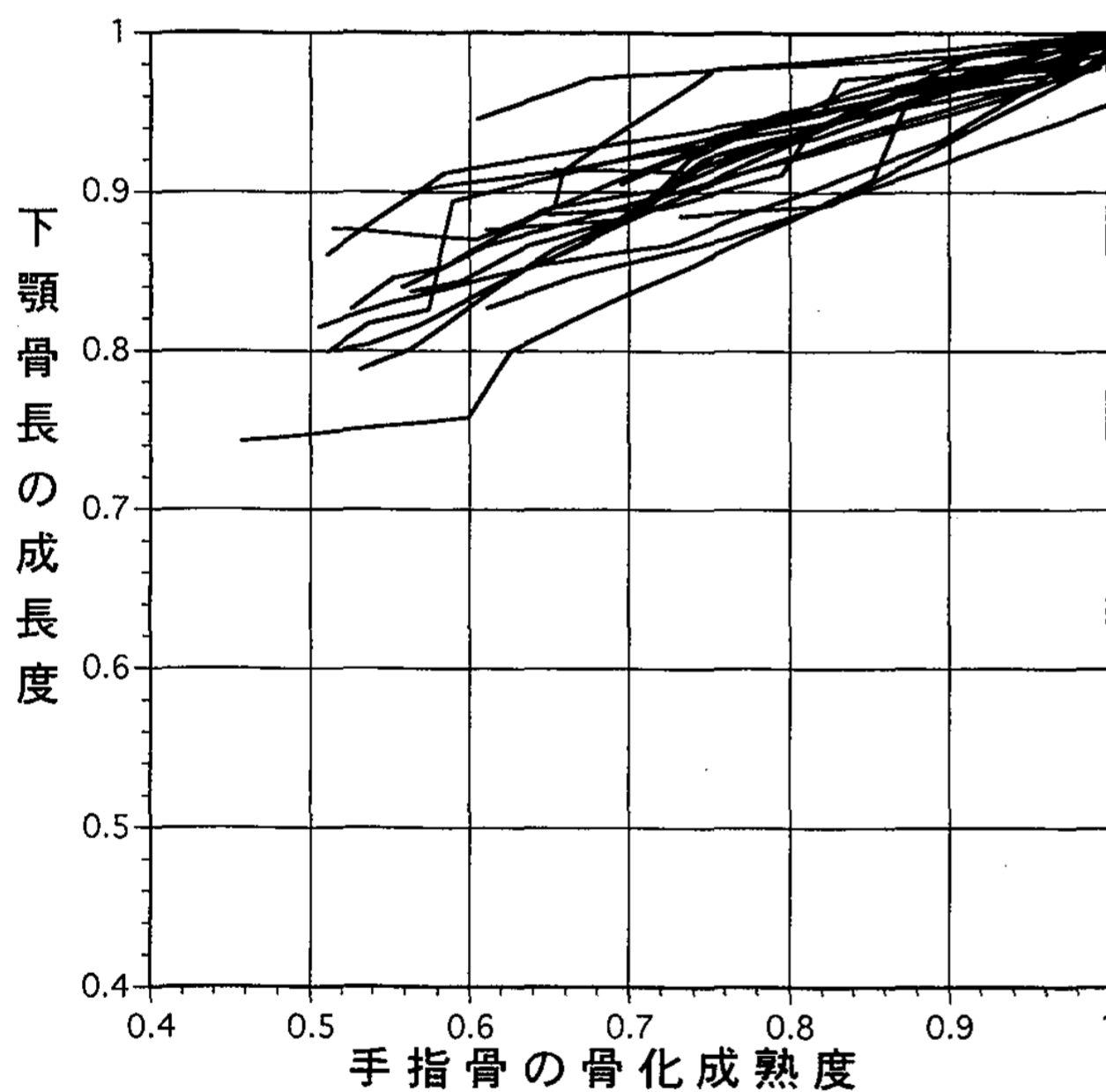


図7 手指骨長の成長度に対する骨化成熟度の変化  
変化を示す折れ線がそれぞれ階段状で、散在している。

ていた。手指骨長の成長度と下顎骨長の成長度との変化が図8である。図7と違い散在していた折れ線が集り、一本一本がなめらかから折れ線を示していた。

## 考 察

### 1. 比率について

個成長を評価するには相対値を用いることが重要であると言われている。本研究では、このことを踏まえて、手指骨の長さ、下顎骨の長さ(Cd-Gn)の絶対値でなく相対値を用いた。資料の設定において、女性16歳、男性17歳以降という年齢ではたして全員全ての項目で上限に達するかという問題がある。手指骨の長さについては今回の結果から問題がないと思われるが、下顎骨の長さについては疑問が残る。18歳以降の下顎骨の長さの変化を扱った論文として、Nanda<sup>16)</sup>が調べた16歳以降のAr-Pogの変化の平均値ではすでに1.0に達し、個人の成長を扱った佐藤ら<sup>6)</sup>の報告では、17歳から18歳の間でCd-Gnの距離が最大2.6mm(18歳時のCd-Gnの長さが126.6mm)であった。これから、最大ほぼ2%の誤差が考えられる。この論文を参考にして、本研究における結果では、下顎骨の長さに関係する上限は0.98~1.0の幅を上限として相対値とすることで十分評価できると考え

ている。

手指骨あるいは手根骨の骨化度と下顎骨の長さの絶対量との評価は多く報告されている。相対値を用いた報告は少なく、手指骨の長さとは下顎骨の長さを相対値にすることで、前2項に対する下顎骨の骨化度の関係をそれぞれ評価できたと考える。

## 2. 暦齢に対する各項目について

暦齢に対する手指骨の骨化成熟度、手指骨長の成長度、下顎骨長の成長度の結果ではばらつきが大きいのは個成長の現れである。暦齢に対する変化としては、最初の資料採得時から上限に達するまでの変化は、手指骨の骨化成熟度が最も大きく、下顎骨長の成長度が最も小さい。しかし、手指骨の骨化成熟度の変化（折れ線）が最も階段状であり、下顎骨長の成長度の変化が一番滑らかであった。

## 3. 手指骨の長さに対する手指骨の骨化度の関係について

下顎骨をはじめとする顎顔面頭蓋の長さ、すなわち量的変化をとらえるには、手骨の骨化といった質的变化によって評価することは次元の違う比較であるため、それによる誤差を少なくするため手指骨の長さとの関係を調べることは大切である。図6に示すように手指骨長の成長度が0.75で手指骨の骨化成熟度が0.55からそれぞれの上限に向い放物線状の変化を示した。すなわち、上限に近づくにつれて成長度の変化に対して骨化成熟度の変化が急になる。手指骨の成熟の終了近くの変化を調べるための指標としては手指骨の長さの変化を使うことが適しているといえる。

本研究では、手指骨の長さを全ての中手骨と指節骨の合計19の骨の長さの合計を計測項目に用いた。各骨の長さとは骨化度の関係を調べるためには、骨化度の評価が0～10までの11段階では細かい評価ができない。しかし、手指骨の成熟を指標とするためにそれぞれ合計した値を用いた。

## 4. 下顎骨の長さについて

前述したように下顎骨長の成長度について

は、0.98～1.0を上限として評価して、下顎骨長の成長度が0.98に達する前に手指骨の骨化成熟度が上限に達しているが、手指骨長の成長度では上限に近づいている。下顎骨の長さは、手指骨の長さが上限に達した以後も伸びている場合がある。手指骨の長さの変化を指標とすることで下顎骨の変化をすべて網羅できるとは考えられないが、下顎骨長の成長度が0.98前後にある女性16歳、男性17歳までの状態を調べるには十分と考える。

手指骨長の成長度に対する変化の方が手指骨の骨化成熟度に対する変化より、折れ線が滑らかで、集中して約3:2で変化している。下顎骨の長さの変化を調べるためには、折れ線が集中していることと、滑らかなことより、手指骨の長さを用いるほうが、骨化度を用いるより優れていると考えられる。

## 5. 今後の課題

手指骨長の成長度で下顎骨長の成長度を調べることができることがわかった。臨床においては相対値ではなく絶対値である。成長の予測あるいはある時点の成長の位置を知ることは、成長の終了から逆算しているこの方法では不十分である。相対値の変化と絶対値の変化とを結び付ける媒介変数が必要であると考えられる。全体的には手指骨長の成長度に対する下顎骨長の成長度に対する変化が約3:2であったが、まだ個人差があるように感じられる。個人の変化を評価するためには、ある種の関数や曲線<sup>9,11)</sup>に適合させることも1つの方法と考える。

## 文 献

- 1) 松本 稔：顎顔面と全身との相対成長に関する研究. 口病誌 35: 340-355, 1968.
- 2) 両川弘道：骨成熟と顎顔面頭蓋の成長に関する研究. 新潟歯学会誌 5: 87-104, 1975.
- 3) 篠倉 均：不正咬合者における顎顔面頭蓋と身長との相対成長についての研究. 新潟歯学会誌 5: 105-118, 1975.
- 4) 田中 巽：骨成熟と不正咬合者の顎顔面頭蓋に関する研究. 岐歯学誌 7: 51-88,

- 1979.
- 5) 佐藤亨至：思春期性成長期における身体各部の成長タイミングに関する研究。一下顎骨，身長，手骨，頸椎を対象として一，日矯歯誌 46：517-533, 1987.
  - 6) 佐藤亨至，三谷英夫：思春期後期における男子の下顎骨と下顎智歯，手骨，身長の成長発育相関について。日矯歯誌 49：140-146, 1990.
  - 7) Mitani, H. and Sato, K.: Comparison of mandibular growth with other variables during puberty. *Angle Orthod* 62:217-222, 1992.
  - 8) 後藤滋巳：拇指末節骨の化骨癒合現象による下顎骨の成長予測について。甲北信越矯歯誌 1：1-9, 1993.
  - 9) 岩田 亮：拇指末節骨の癒合完了期と下顎骨の成長との関係について。日矯歯誌 53：1-9, 1994.
  - 10) 宮川泰郎：全身成長および咬合系の変化が下顎骨の成長発育に及ぼす影響。日矯歯誌 47：53-63, 1988.
  - 11) 寺田員人，花田晃治：手指骨と下顎骨の長さに関する研究。日矯歯誌 53：205, 1994.
  - 12) 杉浦保夫：日本人の骨年齢。1-56, 中外医学社，東京，1985.
  - 13) 黒田敬之，名取英夫，川野辺修：拇指尺側種子骨の化骨時期による思春期性発育期の予測について。日矯歯誌 28：68-73, 1969.
  - 14) Pileski, R. C. A., Woodside, D. G. and James, G. A.: Relationship of the ulnar sesamoid bone and maximum mandibular growth velocity. *Angle Orthod* 43:162-170, 1973.
  - 15) Lewis, A. B., Roche, A. F. and Wagner, B.: Growth of the mandible during pubescence. *Angle Orthod* 52:325-342, 1982.
  - 16) Nanda, S. K.: Differential growth of the female face in the anteroposterior dimension. *Angle Orthod* 62:23-34, 1992.

表3 各計測結果

No.	性別	最初の年齢	手指骨の骨化度		手指骨の長さ		下顎骨の長さ	
			絶対値	成熟度	絶対値 (mm)	成長度	絶対値 (mm)	成長度
1	女性	6.61	100	0.526	435.2 602.4	0.722	101.1 124.9	0.809
2	女性	7.75	96	0.505	477.4 656.6	0.727	105.2 129.1	0.815
3	女性	7.68	116	0.611	458.5 578.3	0.793	104.2 118.9	0.876
4	女性	9.48	131	0.689	488.7 592.0	0.826	100.2 115.2	0.870
5	女性	9.47	123	0.647	535.0 646.2	0.828	110.3 124.6	0.886
6	女性	10.53	115	0.605	509.9 597.5	0.854	105.2 110.9	0.946
7	女性	10.42	132	0.695	557.2 629.7	0.885	107.2 118.4	0.905
8	女性	7.92	98	0.515	469.8 620.5	0.757	110.8 126.2	0.877
9	女性	10.22	124	0.653	564.6 677.3	0.834	109.1 119.4	0.914
10	女性	8.57	107	0.563	441.7 569.9	0.775	106.5 127.2	0.837
11	男性	8.51	97	0.511	502.5 681.9	0.737	107.4 124.8	0.860
12	男性	8.66	87	0.458	457.6 657.9	0.696	105.0 141.3	0.743
13	男性	9.22	117	0.616	558.0 680.5	0.820	116.2 133.4	0.871
14	男性	8.51	116	0.611	599.5 742.2	0.808	117.0 142.1	0.823
15	男性	10.48	106	0.558	494.5 621.5	0.796	109.7 122.5	0.896
16	男性	8.10	97	0.511	447.1 651.2	0.687	104.1 130.3	0.799
17	男性	8.84	98	0.516	431.6 611.3	0.706	98.0 122.5	0.800
18	男性	12.30	121	0.637	590.4 712.1	0.829	112.3 131.7	0.853
19	男性	9.18	101	0.532	488.1 702.1	0.695	112.1 142.3	0.788
20	男性	10.40	106	0.558	483.8 630.8	0.767	107.5 128.0	0.840
	平均値	9.14	109	0.576	499.6 643.1	0.777	107.5 126.7	0.850
	標準偏差	1.314	12.8	0.0675	51.70 46.36	0.0589	4.93 8.57	0.0494

手指骨の長さ、下顎骨の長さの上段が最初の資料採得時、下段が最終の資料採得時



劉 泓虎, その他

## Study on the Relationship between Ossification of Finger's Bone and Mandibular Length

Hong-Hu Liu, Kazuto Terada\*, and Kooji Hanada

*Department of Orthodontics, School of Dentistry, Niigata University*

*(Chief: Prof. Kooji Hanada)*

*\*Polyclinic Intensive Oral Care Unite, School of Dentistry, Niigata University*

*(Chief: Prof. Shoji Kohno)*

### Abstract

The purpose of this study was to research the relationship between ossification of finger bone and mandibular length in the growing period.

The subject was 20 patients (10 females, 10 males) who visited Niigata University Dental Hospital for orthodontic treatment. Both lateral cephalograms and finger radiographs were taken longitudinally with a minimum of 6 exposures from unossified stage of the sesamoid bone over 16 years old in female, 17 years old in male. Ossification of phalanx and metacarpal bone of each subject was classified in eleven scores (0 to 10) at every finger radiograph exposure and all scores were summed up. Relative value to the total score of each exposure was calculated by the maximum value (190). Length of the same finger bone of each exposure was measured and summed up. Cephalometric measurement of mandible from Condyle to Gnathion was done at each subject successively. Relative lengths of finger and mandible were calculated by the maximum length for every subject.

1. Relative values to the total score, the relative lengths of finger and mandible were 0.576, 0.777 and 0.850, respectively at the initial exposure.
2. Changes of relative value to the total score showed a curve of parabola with relation to the relative length of finger.
3. Change of the relative length of mandible and finger was in the ratio of 2 to 3.