

小学生男子における形態発育とアジリティ能力との関係について

志手 典之・奥田 知靖*・森田 憲輝**

北海道教育大学岩見沢校体力学研究室

*北海道教育大学岩見沢校ゲーム分析論研究室

**北海道教育大学岩見沢校健康体力医学研究室

Relationship between Morphological Development and Agility in Elementary School Boys

SHIDE Noriyuki, OKUDA Tomoyasu* and MORITA Noriteru**

Department of Physical Fitness Science, Iwamizawa Campus, Hokkaido University of Education

*Department of Game Performance Analysis, Iwamizawa Campus, Hokkaido University of Education

**Department of Medical Science in Health and Fitness, Iwamizawa Campus, Hokkaido University of Education

概 要

本研究では、小学校1～6年生の男子児童における身長発育とアジリティ能力の関係について、アロメトリー解析を用いて検討することを目的とした。対象は、札幌市に在住する1～6年生の男子児童187名であった。アジリティ能力は、光電管システムを用いたN Challengeによって評価した。変移点の出現が認められた反応時間、ハードル走、ターン、総合タイムにおいては、早期に発達が認められることが示唆された。反応時間では身長発育に対してその発達が上回り、ハードル走、ターン、総合タイムは身長発育とそれらの発達が等速度であったものと考えられる。また、変移点の出現が認められなかったスプリント走とスラローム走は身長発育に対して劣成長であったと考えられる。反応時間においては、変移点出現後のタイム短縮は緩やかな傾向を示したが、ハードル走とターンではタイム短縮の停滞が認められた。

I 緒 言

成長に伴い身体各部位は、様々な発達様相を示す。このときに身体のある部位（x）を基準とする他の部分（y）の発育は、相対発育と呼ばれている（高石, 1981）。そして、両者の関係性をアロメトリー式 $y = b \cdot x^a$ で表す試みがなされて

いる。金久ほか（1989）は、6～19歳の男女を対象に身長（x）を基準とする体肢筋断面積（y）の相対発育についてアロメトリー式を用いて検討した。その結果、第1変移点を境に身長に対する幾何学的相似性から考えられる以上に筋断面積が増加し、思春期における筋断面積の急増を反映していることが示唆された。また、三島ほか（2017）

は、3歳から22歳までの男子の身長とスピード、アジリティ、瞬発力および敏捷性の発達との関係についてアロメトリー式から検討し、全ての項目において変移点が認められたとともに、筋力の発達がスピード、アジリティ、瞬発力および敏捷性の発達に寄与していると報告している。

アジリティ能力を評価する基準として、一般的には反復横跳びが用いられる場合が多い。しかしながら、菅井ほか（1994）は、反復横跳びが安全面や技術面での習熟度において信頼性、正確性に欠けることを指摘している。そこで、奥田ほか（2015）は、多機能な運動能力を簡便に評価できる新規テスト「N Challenge」を開発し、小学生低学年児童に対する有用性を報告している。さらに、Morita et al.（2022）は、N Challengeがアジリティテストとして、十分な妥当性と優れた信頼性を確保していると報告している。志手ほか（2018）は、小学生を対象にアジリティ能力の発達について、N Challengeを用い検討し、低学年から中学年にかけての早い時期に発達することを示唆したが、横断的な検討にとどまり、発達との関連性については言及されていない。

本研究は小学生の男子児童を対象に、奥田ほか（2015）が開発したN Challengeを用い、アジリティ能力を評価し、アロメトリー解析を用いて、身長発育との関係性を検討することを目的とした。

II 方法

1. 対象者

対象は、札幌市内在住の少年野球クラブに所属する小学校男子児童187名（1年生：23名、2年生：42名、3年生：28名、4年生：34名、5年生：24、6年生：36名）であった。本研究では、事前に野球クラブ代表に研究の承諾を得るとともに、被験者に研究の趣旨を説明した後、測定を実施した。

2. 形態計測およびアジリティ能力の測定

測定は、令和3年10月4～6日に実施した。形

態については、身長と体重を測定した。形態計測の結果は表1に示した。

表1 各学年における形態的特徴

	身長(cm)	体重(kg)
1年生	119.30 ± 3.22	24.17 ± 4.31
2年生	127.80 ± 4.70	28.99 ± 5.54
3年生	133.04 ± 4.66	32.67 ± 5.18
4年生	138.05 ± 5.12	33.60 ± 7.78
5年生	143.34 ± 5.31	38.64 ± 5.54
6年生	150.67 ± 7.67	47.17 ± 9.00

アジリティ能力の評価については、奥田ほか（2015）が開発したN Challengeを用い（図1）、光電管・タイマー・コンピュータを組み合わせた自動計測システム（ウチダシステム社製）により、反応・スプリント走・ミニハードル走・スラローム走・ターン（左右）・総合の各タイムを計測した。測定は2回実施し、よい方の記録を採用した。

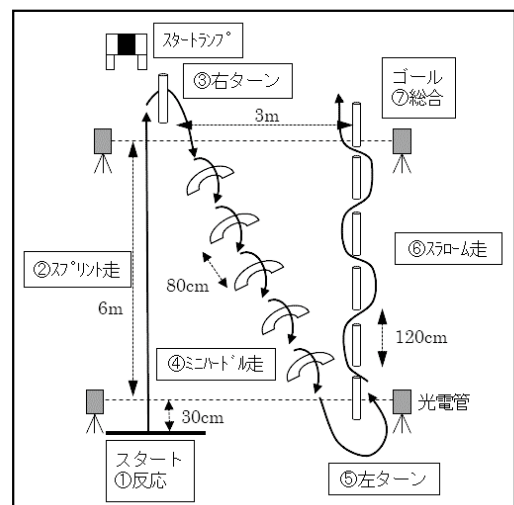


図1 N Challengeの概略

3. アロメトリー解析

身長発育とアジリティ能力の発達の関係については、金久ほか（1989）・森下（1996）の方法に従って、身長とアジリティ能力の各項目との関係におけるアロメトリー式 $y = b \cdot x^a$ を算出して検討を行った。アロメトリー式は、両辺の対数を取ると $\log y = \log b + a \log x$ という一次式で表され、こ

の時、身長と各項目の関係が複数の直線で表される場合には、その隣接する直線の交点を変移点とした。

Ⅲ 結 果

1. 各学年におけるN Challengeの各タイムについて

各学年におけるN Challengeの各タイムを表2に示した。学年の進行に伴い、各項目のタイムは短縮する傾向を示した。

2. 身長発育とN Challengeの各タイムの関係について

身長とN Challengeの各測定タイムとの関係を見てみると、いずれの項目においても身長の発育に伴い、タイムの短縮が認められたものの、項目によってそのパターンに違いが認められた。図2～7は、身長とN Challengeの各測定項目の関係を示したものである。図2の反応時間においては、変移点が認められ、変移前の発育係数 a は -1.412 ($r = -0.924$, $p < 0.01$)で、変移後の発育係数 a は -0.691 ($r = -0.864$, $p < 0.05$)であった。図3のスプリント走では変移点の出現は認められず、発育係数 a は -0.509 ($r = -0.975$, $p < 0.01$)であった。図4のハードル走では、変移点が認められ、変移前の発育係数 a は -0.986 ($r = -0.971$, $p < 0.01$)で、変移後の発育係数 a は -0.122 ($r = -0.611$)であった。図5のスラローム走もスプリント走と同様に変移点は認められず、発育係数 a は -0.520 ($r = -0.899$, $p < 0.01$)であった。図

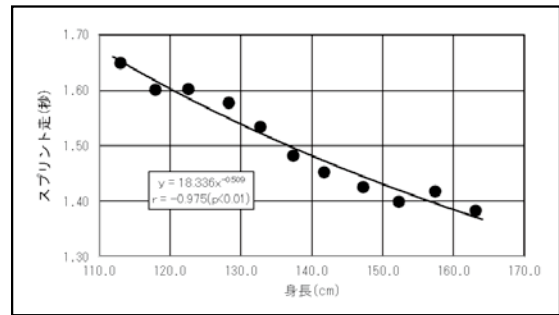


図3 身長とスプリント走の関係

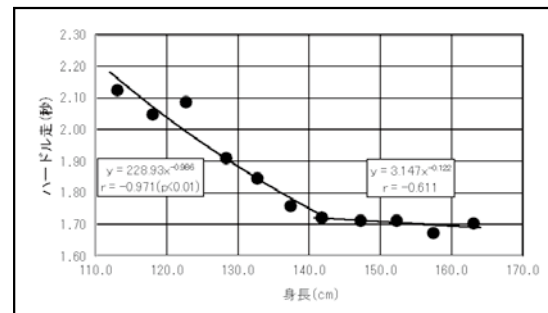


図4 身長とハードル走の関係

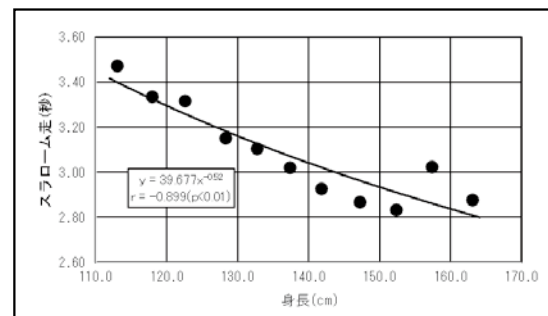


図5 身長とスラローム走の関係

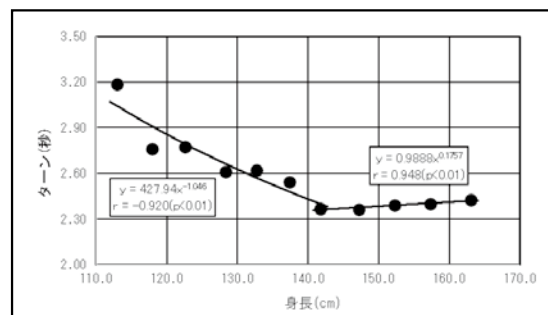


図6 身長とターンの関係

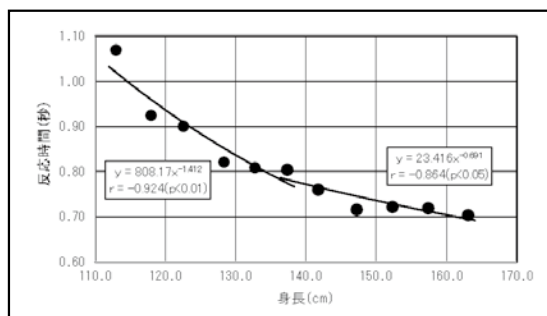


図2 身長と反応時間の関係

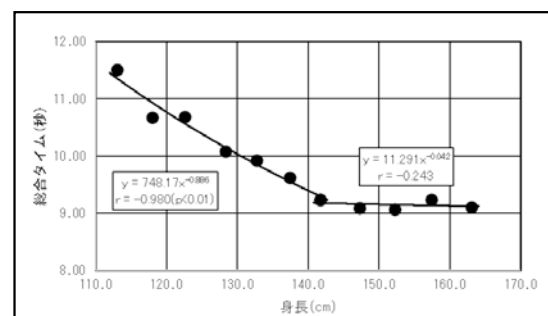


図7 身長と総合タイムの関係

表2 各学年におけるN Challengeの各タイム

	反応(秒)	スプリント走(秒)	ハードル走(秒)	スラローム走(秒)	ターン(秒)	総合(秒)
1年生	0.951 ± 0.130	1.620 ± 0.107	2.128 ± 0.235	3.476 ± 0.403	2.920 ± 0.230	11.098 ± 0.789
2年生	0.863 ± 0.081	1.572 ± 0.106	1.980 ± 0.224	3.228 ± 0.294	2.708 ± 0.255	10.351 ± 0.783
3年生	0.800 ± 0.084	1.535 ± 0.084	1.805 ± 0.095	3.081 ± 0.210	2.561 ± 0.183	9.783 ± 0.428
4年生	0.785 ± 0.084	1.497 ± 0.082	1.750 ± 0.124	2.993 ± 0.095	2.471 ± 0.167	9.496 ± 0.481
5年生	0.752 ± 0.081	1.424 ± 0.053	1.732 ± 0.090	2.864 ± 0.138	2.367 ± 0.124	9.138 ± 0.347
6年生	0.701 ± 0.089	1.414 ± 0.088	1.679 ± 0.141	2.839 ± 0.244	2.342 ± 0.159	8.976 ± 0.555

6のターンでは、変移点が認められ、変移前の発育係数 a は -1.046 ($r=-0.920$, $p<0.01$) で、変移後の発育係数 a は 0.1757 ($r=0.948$, $p<0.01$) であった。総合タイムにおいても変移点が認められ、変移前の発育係数 a は -0.866 ($r=-0.980$, $p<0.01$) で、変移後の発育係数 a は -0.042 ($r=-0.243$) であった。

IV 考 察

身長を基準としたアロメトリー解析は、身長に対する形態および機能の急増期や発育・発達について検討することができるというメリットがあることが示唆されている(手島・角田, 2011)。アロメトリー式 ($y=b \cdot x^a$) において、 b は直線の位置を示す値で発育・発達という観点から見ると、ほとんど意味を持たないが、係数 a は直線の勾配を示しており、発育速度の高低を表す係数とされている(熊川・角田, 2008)。アロメトリー式 ($y=b \cdot x^a$) において、 x と y が等速度で成長する場合には $a=1$ ($a=-1$) と表されることになる。また、 y の方が x より発育速度が優れる場合は $-1>a>1$ となり、 $-1<a<1$ であれば y の方が劣成長であることを意味する。

表3に、各測定項目における変移点が出現した身長と変移点出現前後の発育係数 a の推移を示した。変移点の出現が認められた反応時間、ハードル走、ターン、総合タイムにおいては、変移点が出現した身長が3・4年生の平均身長に相当することから、小学校中学年までにタイムの短縮が認められることが示された。このことは、これらの

項目においては、早期に発達が認められることを示していると考えられる。志手ほか(2018)のアジリティ能力に関する横断的研究においても、小学校期の早い段階で能力の発達が認められており、本研究の結果と一致した。宮下(1980)は、運動能力や体力の発達について、幼少期から小学校低学年に動作の習得における発達がピークを迎えることを示唆している。

反応時間においては、変移点出現前の発育係数 a が -1.412 であり、身長発育に対してその発達が上回っていたと考えられる。ハードル走、ターン、総合タイムの発育係数 a はほぼ -1 を示し、身長発育と各項目の発達が等速度であったものと考えられる。また、変移点の出現が認められなかったスプリント走とスラローム走の発育係数 a は -1 より大きく、これらの項目は身長発育に対して劣成長であったと考えられる。

変移点が認められた項目においては、変移点出現後のタイム短縮のパターンに顕著な差異が認められた。反応時間(図2)においては、変移点出現後のタイム短縮は緩やかな傾向を示したのに対し、ハードル走(図4)とターン(図5)では、タイム短縮が明らかに停滞していることが認めら

表3 N Challengeにおける変異点の身長と発育係数 a

項目	変移点	発育係数 a
反応時間	137.3cm	$-1.412 \rightarrow -0.691$
スプリント走		-0.508
ハードル走	141.7cm	$-0.986 \rightarrow -0.122$
スラローム走		-0.520
ターン	141.7cm	$-1.046 \rightarrow 1.757$
総合タイム	141.7cm	$-0.886 \rightarrow -0.042$

れた。これらのことは、刺激に対する反応は変移点出現後に発達速度が鈍化すること、また、素早い切り返しが要求される動作は、変移点出現後に発達が停滞することを示していると考えられる。

V 結 論

本研究は、小学生1～6年生の男子児童を対象に、アロメトリー解析を用いて、身長発育とアジリティ能力の関係性を検討することを目的とした。アジリティ能力の評価には、光電管測定システムによるN Challengeを用い、反応・スプリント走・ミニハードル走・スラローム走・ターン・総合の各タイムを計測した。

1. 身長とN Challengeの各測定タイムとの関係を見てみると、いずれの項目においても身長の発育に伴い、タイムの短縮が認められたものの、項目によってそのパターンに違いが認められた。
2. 変移点の出現が認められた反応時間、ハードル走、ターン、総合タイムにおいては、変移点が出現した身長が3・4年生の平均身長に相当することから、小学校中学年までにタイムの短縮が認められることが示された。
3. 反応時間においては、変移点出現前の発育係数 a が-1.412であり、身長発育に対してその発達が上回っていたと考えられる。ハードル走、ターン、総合タイムの発育係数 a はほぼ-1を示し、身長発育と各項目の発達が等速度であったものと考えられる。また、変移点の出現が認められなかったスプリント走とスラローム走の発育係数 a は-1より大きく、これらの項目は身長発育に対して劣成長であったと考えられる。
4. 反応時間においては、変移点出現後のタイム短縮は緩やかな傾向を示したが、それに対し、ハードル走とターンではタイム短縮の停滞が認められた。

謝 辞

本研究は、文部科学省の科学研究補助金（基盤

研究C 課題番号20K11437、令和2年度から令和4年度）を受けて実施されている。

引用文献

- 金久博昭・角田直也・池川繁樹・福永哲夫（1989）相対発育からみた日本人青少年の筋断面積。人類学雑誌, 97: 63-70.
- 熊川大介・角田直也（2008）相対発育からみたスピードスケート選手の滑走能力と大腿部の筋厚及び無酸素性パワーの発達。体力科学, 57: 119-130.
- 三島隆章・渡辺英次・関一誠（2017）身長発育とスピード、アジリティ、瞬発力および敏捷性の発達との関係—幼児期から青年期男子の解析—。トレーニング指導, 2: 4-10.
- 宮下充正（1980）子どものからだ。東京大学出版。pp. 159-163.
- 森下はるみ（1966）日本人青少年の形態発育と機能発育の解析的研究。体育学研究, 11: 47-58.
- Morita, N., Ishihara, T., Yamamoto, R., Shide, N. and Okuda, T. (2022) Content validity and reliability of an enjoyable multicomponent agility test for boys: The N-challenge. J. Sports Sci., 40: 959-967.
- 奥田知靖・森田憲輝・大山祐太・寅嶋静香・山本理人・野村翼・菊地可央理・志手典之・小林規・佐藤徹（2015）敏捷性評価のための新規テスト（N Challenge）の開発とその信頼性。体力科学, 64: 649.
- 志手典之・奥田知靖・森田憲輝（2018）小学生におけるSAQ能力およびBSSSC運動遂行能力の発達と男女差について。北海道教育大学紀要（教科教育編）, 68: 579-586.
- 菅井敬子・門田昭三・小林勉・酒井誠・宮本至・長野信一・渡部鎌二（1994）敏捷性テストの検討。日本体育学会第45回大会号: 435.
- 高石昌弘（1981）身体発育の動向—身長の年次推移を中心に—。学校保健研究, 23: 402-406.
- 手島貴範・角田直也（2011）身長発育からみた男子サッカー選手の大腿部筋厚発育とボールキック能力の発達。体力科学, 60: 195-205.

（志手 典之 岩見沢校教授）

（奥田 知靖 岩見沢校教授）

（森田 憲輝 岩見沢校教授）

