

10000mレース中のランニング動作変容に関するモデルの検討

○山崎 健 (新潟大学教育学部)

キーワード：ランニング動作の変容、エネルギー供給系とスキル系、ダイナミックステレオタイプ

長距離レース中にランニング動作が変容することは多く指摘されている。山崎 (2011、2013) は、これまでこの変容を、エネルギー供給系の減少に対応したランニングスキルの変容と位置づけ検討を行ってきた。

本研究では、全日本大学駅伝出場の8名の男子長距離ランナーについて、実際の10000mレース中の前半、後半、後半のランニング動作の変容について動作解析を行い、疾走速度とストライド、ピッチ、膝関節伸展速度との回帰分析

から決定係数を求めた。

疾走速度はいずれのランナーもほぼ秒速 5.0 ~ 5.9mの範囲で推移しているが、レース前半の2000m付近では疾走速度とストライドとの相関が高いランナーが多く、レース後半の4800m付近では逆に疾走速度とピッチとの相関が高くなっている。後半の8800m付近では、ほとんどのランナーが疾走速度とピッチとの相関が高くなるとともに4名のランナーに疾走速度と膝関節伸展速度に負相関の傾向が見られた(表1)。

表1 1000mレース中の疾走速度とストライド、ピッチ、膝関節進展速度との関係 (R² は決定係数)

	2000 m			4800 m			8800 m		
	Strd& Speed	Pitch& Speed	KnEx& Speed	Strd& Speed	Pitch& Speed	KnEx& Speed	Strd& Speed	Pitch& Speed	KnEx& Speed
Aub.A	○	◎	○	○	◎	×	×	◎	×
Sub.B	◎	×	×	○	◎	◎	◎	◎	◎*
Sub.C	×	○	×	×	○	×	×	◎	○*
Sub.D	○	○	×	×	◎	×	×	◎	○*
Sub.E	◎	△	◎	△	◎	○	◎	×	○
Sub.F	△	◎	×	○	◎	×	○	◎	◎
Sub.G	◎	◎	○	×	◎	◎	×	◎	◎*
Sub.H	○	×	×	×	△	△	○	◎	×

決定係数 (R²) の範囲 (*は負相関)

0.64~(◎)、0.25~0.63(○)、0.16~0.24(△)、0.15以下(×)

疾走速度と膝関節伸展速度に負相関がみられるということは、伊藤の指摘するスプリントランニングと同様に、膝関節の使用が疾走速度に

貢献しない(伸展しないほうが速い)ことを示唆しており、それまでと異なるランニングスキルを用いていることを意味している。これは「エ

エネルギー供給系の減少に対応したランニングスキルの変容」という山崎のパフォーマンスのダ

イナミックステレオタイプのマトリクスモデル (図 2) との関連が考えられる。

動きをつくり出すシステム

		Type I	Type II a	Type II b
エネルギーをつくり出すシステム	ATP-PCr系	○	◎	◎
	解糖系	△	◎	●
	有酸素系	◎	○	△

定本ら(1987年)の図を山崎が改変

図 1 3つのエネルギー供給系と3つの筋線維群による3×3システム

(定本ら (1987) の図を山崎が改変、2014)

レースの進捗に伴い、エネルギー供給系と動作系は対応して変動し、図 1 に示す 3×3 のマトリクスの中で重みづけを変えながらランニングスキルを変容させる。これは、同一疾走速度であってもピッチを向上させることで1回のキックのトルク (力) を減少させ「やや遅い筋線維群」をも動員して「速い筋線維群」の張力発揮を軽減させてランニングスキル維持に貢献させる可能性を示唆する。

式第 1 項のエネルギー供給モードの変容 (例えば PCr1 & Gly0 & Mtc0 から PCr3 & Gly3 & Mtc2 へ) に対応して、行列式第 2 項のスキルモードを $Sm\alpha$ から $Sm\gamma$ に変容させて疾走速度を維持することを意味している。

以上のように長距離ランニング中のランニング動作の変容は、単純に疲労の進行に関係すると解釈すべきではなく、適応制御やコーディネーションとの関連と解釈すべきと考える。

図 2 は、そのマトリクスモデルであり、行列

$$Y = \begin{bmatrix} \text{PCr0} \\ \text{PCr1} \\ \text{PCr2} \\ \vdots \\ \text{PCrN} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \text{Gly0} \\ \text{Gly1} \\ \text{Gly2} \\ \vdots \\ \text{GlyN} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \text{Mtc0} \\ \text{Mtc1} \\ \text{Mtc2} \\ \vdots \\ \text{MtcN} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \text{Sm}\alpha \\ \text{Sm}\beta \\ \text{Sm}\gamma \\ \vdots \\ \text{Sm}\omega \end{bmatrix} + b \text{ (残差: その他の要因)}$$

図 2 エネルギー供給系を含むダイナミックステレオタイプのモデル (山崎、2011 を改変)

<参考文献>

1. 伊藤 章・斎藤昌久・佐川和則・加藤謙一・森田正利・小木曾一之、世界一流スプリンターの技術分析 (In「第3回世界陸上競技選手権大会報告書: 世界一流陸上競技者の技術」)、ベースボール・マガジン社 (1994)、pp.31-49
2. 山崎 健、運動処方とトレーニング (In 山地・大築・田中編「スポーツ・運動生理学概説」)、明和出版 (2011)、pp.155-161
3. 山崎 健、ランニングパフォーマンスを決定するマトリクスモデルの検討、ランニング学研究 第27巻1号 (2011)、pp.55-56