

長距離ランニング中の疾走動作の変容は「適応制御」なのか？

山崎 健（新潟大学）

キーワード：疾走動作の変容，ランニングスキル，適応制御

はじめに

山崎（2015）は，長距離レース中の疾走動作の変容の要因について検討を加え、10000mレース中では，前半の2000m，前半の4800m，後半の8800m地点において，1)疾走速度とストライド，2) 疾走速度とピッチ，3)疾走速度と膝関節伸展速度，との相関を検討し，レース後半では疾走速度とピッチとの相関が高まり，レース後半ではさらに，伊藤（2004）が短距離スプリント動作で報告した疾走速度と膝関節伸展速度に「負相関」がみられる例も見られた。

図1は，パフォーマンスのマトリクスモデルを示すが，運動の継続に伴い変容（減少）する3つのエネルギー供給系の比率（モード）に応じてランニングスキルを適切に変容させること，特にレース後半のエネルギー供給系の減少が，ストライドを若干短くして膝関節や足関節の弾性係数を変容させる「ハイピッチ・ランニングモード」に切り替え，疾走速度を維持している可能性を示唆する。

$$Y = \begin{bmatrix} \text{PCr0} \\ \text{PCr1} \\ \text{PCr2} \\ \vdots \\ \text{PCrN} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \text{Gly0} \\ \text{Gly1} \\ \text{Gly2} \\ \vdots \\ \text{GlyN} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \text{Mtc0} \\ \text{Mtc1} \\ \text{Mtc2} \\ \vdots \\ \text{MtcN} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \text{Sm } \alpha \\ \text{Sm } \beta \\ \text{Sm } \gamma \\ \vdots \\ \text{Sm } \omega \end{bmatrix}$$

図1 パフォーマンスのマトリクスモデル（山崎：2011年を改変）

PCrはクレアチンリン酸系，Glyは解糖系，Mtcは有酸素系の各レベル(0～N)，Smはスキルモードを示す

研究の方向

柿田と八田（2015）は，自転車ロードレース中におけるペダリングケイデンスは乳酸性作業閾値（4ミリモル）に収斂する可能性を示唆した。

山崎と新井（2017）は，10回反復される1000m走の実施時に，動作解析と1000m疾走中の心拍変動，および1000m走終了後の血中乳酸濃度を計測した。疾走速度は設定タイムに応じて秒速5.0mから6.2mの範囲で推移しており，セットが進むにつれて，疾走速度とピッチとの相関は高くなる傾向がみられた。しかし，平均心拍数は回数が進むにつれて経時的に増大し，血中乳酸濃度は，最初から4mmol/Lを越え16mmol/Lまでの高濃度で推移し，また途中で増減する例も見られ，乳酸性作業閾値と比較してかなりの運動強度で実施されていることが推察された。

このことから今後は，運動強度の漸増するビルドアップ走や運動強度の低い2000m程度の距離でのインターバル・トレーニング時の運動生理学的指標の検討が必要なものと思われる。

図2は、矢部（1977）による筋出力の生理的限界と心理的限界のデータであり、直接的筋電気刺激では収縮能力が維持されているにもかかわらず「中枢性疲労」を誘発している可能性を示唆している。

レース中に、選手集団が同一の疾走速度で同一のストライドやピッチで推移することは、一種の「中枢性抑制」を誘発している可能性が考えられ、ハイピッチ・ランニングへの動作変容はこれに対応する「適応制御としての脱抑制現象」である可能性も考えられることから、今後さらなる検討が求められる。

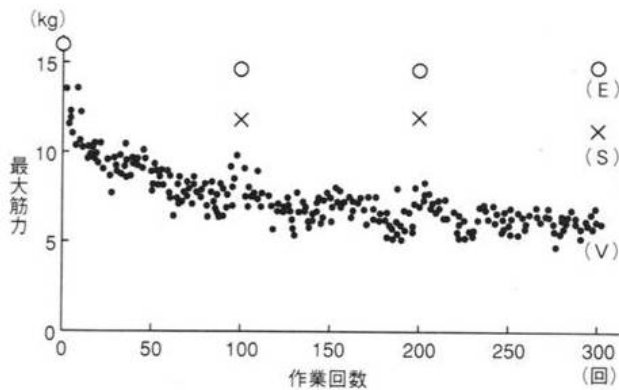


図2 筋出力の生理的限界と心理的限界
 ○は電気刺激による出力，×は掛け声効果による出力増加，●は随意的筋出力
 随意的筋出力の低下は「中枢性抑制の進行」と考えられる

※本研究は、科学研究費助成事業・課題番号 24500732 及び 15K01554 の一部で行われた

<参考文献>

1. 伊藤 章，陸上競技・短距離，体育の科学 第55巻第12号（2004），pp.947-952
2. 柿木克之・八田秀雄，自転車競技の現場における技術としての選手強化支援手法開発の試み，日本運動生理学会抄録集（2015），pp.48
3. 矢部京之介，人体筋出力の生理的限界と心理的限界，杏林書院（1977），pp.114-191
4. 山崎 健，10000mレース後半に見られた疾走動作の変容，ランニング学研究 第27巻1号（2015），pp.66-67
5. 山崎 健，運動習熟とダイナミックステレオタイプの再考—エネルギー供給系と運動習熟の連関—，陸上競技研究 第103号（2015），pp.2-11
6. 山崎 健・新井俊哉，長距離ランニング中の疾走動作の変容は何を意味するのか，ランニング学研究 第29巻1号（2017），pp.77-79