



ゴルフスイングに関する研究： 両足荷重変化について

メタデータ	言語: jpn 出版者: 室蘭工業大学 公開日: 2014-06-12 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 小成, 英寿 メールアドレス: 所属:
URL	http://hdl.handle.net/10258/3397

ゴルフスイングに関する研究 (両足荷重変化について)

小 成 英 寿

A Study on Golf-Swing

Hedetoshi Konari

Abstract

In striking golf ball, the use of arms, the turns of shoulders, hips and legs, and the shifting of weight on feet are among the important factors to secure a longer and truer flight. This paper tries to examine mainly the shifting of weight by the electromyographic method.

I ま え が き

我国におけるゴルフの歴史は 100 年にもなろうとして、今やポピュラーなスポーツとしての地位を確保しつつあり、ゴルフ人口は 400 万人を数え、ゴルフコースは全国で 700 コースを超えるに至っている。近年大学における正課体育の実技種目にゴルフを実施するところが増加して年々その数を増している。現在ゴルフに関する情報は、書籍、雑誌等に多く紹介されているが体育指導に必要な普遍的基礎理論にもとづく指導書は少ない。従って研究発表も少く、指導方法はその緒についたばかりであるといえる。

本研究では指導に関する研究の一つとしてゴルフスイングに関する研究を試み、ゴルフスイングに関する種々の関連事項の中から、ボールをドライブするためには下脚、膝、上脚、腰、上体、肩の回転と荷重の変化が重要な要素とし

て考えられることからこの部分について検討したものである。

II ゴルフスイングの基礎理論

ゴルフスイングの基本動作を分析すると、グリップ、スタンス（アドレス、セットアップ）、スイングに大別することができる。スイングは、バックスイング、スイングトップ、ダウンスイング、インパクト、フォロースルー、フィニッシュの6段階に分けられ、手、腕、肩、上脚、下脚の神経、筋の協調活動がこの一連のスイング動作をつくりあげている。アドレスでクラブを両手で握り両腕を伸ばすと肩と両腕で一つの三角形ができる。バックスイング回転中心はこの三角形の底辺の中央、即ち頸骨と両肩を結ぶ線の交点である。この回転中心と、右膝（右打ちの人、以下右打ちの人を基本とする）、右腰を通る地面に垂直な軸を回転軸として左膝が先行して右廻りに回転させると（右膝を固定）腰が自然に右廻りに廻り遅れて上体と肩の回転が行われクラブが両腕で引きあげられテークバックが進行される。テークバックの初期においては肩と両腕でつくられる三角形を崩さないようにクラブを振り上げることが必要であるが、胴体が限界まで回転し肩が90°廻ったところでさらに左腕を廻すとこれに伴って自然に左腕のひねりがおき、次にコック（手の甲に直角に折り曲げをヒンデと呼び、親指から小指へ方向の曲げをコックと呼ぶ）を行うとテークバックが完了する。このテークバックの頂点がトップオブスイングでありダウンスイングのスタートポイントである。トップオブスイングの時点でクラブヘッドの位置と、ボールの位置及び身体の回転中心の3点が空間に固定され、この3点を結ぶと1つの平面が空間に作られるが、この平面をトップ時の平面が同時にダウンスイングの平面である（これはスイングプレートと呼ばれる）。

人体の構造から自然の動きは回転運動が主体である。このことは身体運動は全て筋肉の収縮によって行われる関節運動で関節を支点とする（テコ）運動である。即ちダウンスイングは体の1点を中心とする回転運動で、この中心点はダウンスイング中は不動であり、中心点と左下脚を通る地面にやや右に傾いた

軸が回転軸となる。テークバックでスタンスを固定して肩を時計廻りに 90° 廻すと身体の各部はそれぞれの角度に廻されて緊張状態になる。このトップスイングの状態からダウンスイングを行うとき、スイングパワーを有効にヘッドスピードにいかすためには下脚、上脚、腰、胴体、肩、腕、手首の順に巻きあげのねじりを解放することが最も効率的である。このとき回転軸が前後左右に動揺することなく解放が行われなければならない。ダウンスイングでスイングパワーを大きくするためには体重は右から左へ移動する必要があるが、この場合左膝の先行回転（僅か）を伴いながら上脚と腰が左へ張り出し回転軸を固定したまま脚、腰の反時計廻りの方向への水平回転に伴う身体の体重の左への移行が行われる。ダウンスイングでクラブヘッドは1つの平面と（スイングプレート）体の回転中心とボールの位置、ボールの飛球線方向が固定されている）を動くがボールを飛球線方向に正確に飛ばすためにはこの平面はずれてはならない。スイング中にヘッドは円運動をする（真円ではない）からスイング中の各瞬間ごとに遠心力、求心力、重力をうけて1つの平面上を運動することになる。この間に自然な動きに反して余分な力をヘッドに加えるとヘッドはスイングプレート外に飛び出すが、このときヘッドの軌跡は波状動を示しインパクト時のパワーをロスし且つ飛球線方向とヘッドの向きが一致しなくなる。クラブヘッドは3点で固定された平面上（スイングプレート）を運動することが基本でありステディなミートのための必要条件である。ダウンスイングではできるだけ遅くまでコックを維持し、インパクトに近いところで腕の左回転のひねりを行うとスイングパワーの増強を行なうことができる。スイングのトップでコックを充分行くと伸ばした左腕とクラブシャフトとは、およそ 90° の角度で折れ曲がる。コックを保ったままダウンスイングに入り回転スピードが増した時点で急速にコックを解除し、左腕とクラブシャフトが一直線になったときインパクトに入る。このことによって体の回転がクラブヘッドに移ることによって大きなヘッドスピードを得ることができる（アンコッキング→角運動量保存の原則）。この状態がレートヒッティングを構成する1つの要因で、このヘッドの遅れが飛距離の増大をもたらすことになる。ダウンスイングがスイングブ

レートにそって振りおろされてくるとインパクトでヘッドの進行方向と飛球線
の方向は一致するが、クラブフェースの向きはアンコッキングと左腕のひねり
返しのタイミングが協応して作動することが必要でタイミングが合わないで飛
球線と一致しない。インパクトでクラブヘッドの運動エネルギーの50%がボー
ルに吸収され、残りはフォロースルーに費やされる。インパクト後も腕のひね
り返しとアンコッキングは継続され、同時に下脚、上脚、腰、上体、肩は回転
軸の廻りを回転し続け、テークバックの肩の位置とほぼ対称的な位置まで廻っ
た時点でフィニッシュに至る。

III 研究の方法

(1) 被 験 者

上級者 M. O (53年度北海道アマチュア選手権優勝 HDCP 4)

中級者 T. N, N. K (HDCP 11, 16)

初級者 T. H, K. I (HDCP 36, なし) 計5名 (Tab. I)

(2) 実 験 場 苦小牧高専体育館

(3) 測 定 日 昭和57年3月

(4) 実 験 方 法

イ. 垂直方向圧力盤 (No. 1292, No. 12730, No. 12736) によりゴルフス
イング時の3方向(垂直, 前後水平方向, 左右水平方向)の荷重曲線をレ
クチグラフ, XYレコーダーに記録した(身長体補正)

ロ. 連続撮影機 (Check polaphy) でスイング動作をシンクロ撮影した。

ハ. Medical Telemeter (三栄測機製 271, 272 型) により下肢筋の活動電位
を表面電極法により導出した筋電図により活動機序と荷重変化の関連を検
討した。

導出した下肢の部位は次のとおりである。

下脚左右の外側広筋, 半腱様筋, ひらめ筋, 第3肺骨筋。

ゴルフスイングの基礎理論で述べたようにボールを正確に且つ飛距離を充分

満足させるためには次の事柄が正確に行われる必要がある。

- (1) バックスイングにおいて回転軸を固定（右膝の固定）し肩を地面に水平方向に右廻りに 90° 程度充分に廻すこと。
- (2) バックスイングでアドレス時の前傾角度を変えないこと。
- (3) ダウンスイングでスイングプレートをはずさないこと。
- (4) インパクトでアドレス時の前傾角度を変えないこと。
- (5) ダウンスイング時の上下動をしないこと（上下動によるヘッドの軌道の変更）
- (6) ダウンスイングにおいてクラブヘッドに継続する力を与えること。
- (7) クラブヘッド進行方向とフェースの方向の飛球線方向との一致
- (8) ダウンスイング時の回転軸の固定（左脚で左廻りの回転力と慣性力を受る）
- (9) テークバックのトップで作られる肩（90°）腰（45°）の回転差をインパクト時にも保つこと（レートヒッティング）
- (10) ダウンスイング時の初期における膝の開きは最小限に止め、アンコックの時期を遅らせ腕のひねり返しのタイミングを適正にすること。
- (11) ダウンスイング時においてテークバック時の時計廻り方回の各部位の回転の解放は水平回転で左脚との直接的体重の移動をしないこと。

これらの諸前提条件が満足されたときボールは正確に且つ飛距離を充分にすることになる。本研究では (1) (2) (3) (4) (5) (8) (11) の事項に関する両脚荷重変化が上，中，初級で差異の有無，変化の特質を検討し又筋活動の機序の差異も合せて検討し，これらの関連性からゴルフスイングの指導についての指針を得ようとしたものである。

IV 実験結果と考察

表 1 は被験者の諸条件を示したものである。図 1 は上級者のスイングの連続写真と垂直方向圧力盤によりスイング中の前後水平，左右水平の荷重変化の記録を同期させたものである。図 2 は同じように X-Y レコーダに記録させたも

のである。図3—1, 2, 4—1, 2は中級者, 図5—1, 2, 6—1, 2は初級者の記録である。上級者の M. O はテークバックで右脚荷重が強く肩が深く廻っていることが図1及び図2から判定できる。又前後の動揺が少く水平回転を示している。ダウンスイング時の左脚への荷重も確実に強く行われ前後の動揺も少ない。インパクトは左脚の最大荷重後に行われ、インパクトの位置がY軸方向に深くされているのは、インパクト後の左脚を通る回転軸の動揺がなくスムーズな水平回転が行われフォロースルーで左脚踵方向に力がぬけたことを示している。このことは左脚に体重が移ったのではなく左脚で左回転を受けた事をあらわしている。図3—1及び図4—1に示される中級者 T. N はテークバックでの肩の廻りが浅く、アドレスからスイング始動の時点で右なめ前に移動し右脚荷重があまい。ダウンスイングで前にのめりインパクトでも戻らない。ダウンスイングで左脚荷重が少なく若干右脚に荷重が残る(図3—1)。スイング全体を通じて正常なアドレス時より前に荷重が多くつま先にかかりすぎていることが判る。中級者 N. K は、テークバックの始動期につま先荷重になり過ぎトップオブスイングでほぼ正常な位置に戻る(図4—2)。テークバックの肩の廻りは充分で右脚荷重も正常であるがスイングの後半のフォロースルーが小さい。図5—1, 図6—1は初級者の荷重変化であるが、テークバック時の肩廻りが浅くフィニッシュでの左回転も少く従って肩も途中で回転が止っている。スイング全体ではつま先荷重を示し回転の少ないX軸方向の水平移動を示していると同時に垂直方向の伸び上がりが強いことを示している。テークバックで2段モーションがみられ(図6—1)右脚から左脚への荷重変換が少ない。初級者 T. H. は、テークバックの始動期につま先荷重になりトップオブスイングで踵に荷重が移りダウンスイングで大きく前のめりになり左脚最大荷重になる前にインパクトを迎え手打ちの状態が強くあらわれている。又テークバック、フォロースルーでの肩、腰、脚の回転が小さくインパクトで急速に右脚に荷重が戻る。初級者 K. I と同様なスイングを示している。以上の事から上級者と初級者ではテークバック時での右脚荷重が上級者が特に大きく肩の廻りが深い点が相違している。ダウンスイング時において初・中級者は上級者よりつ

Tab. 1 被験者の諸条件

氏名	性	年令	HDCP	経験年数	身長	体重
M.O	男	40歳代	4	25年	169cm	66kg
T.N	男	30歳代	11	18年	166cm	70kg
N.K	男	50歳代	16	10年	174cm	59kg
T.H	男	30歳代	36	2年	162cm	63kg
K.I	男	20歳代	なし	1年	167cm	60kg

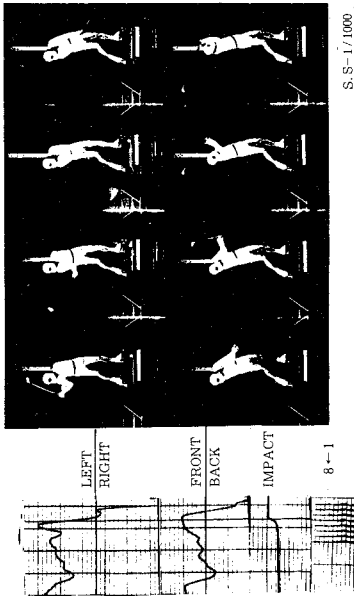
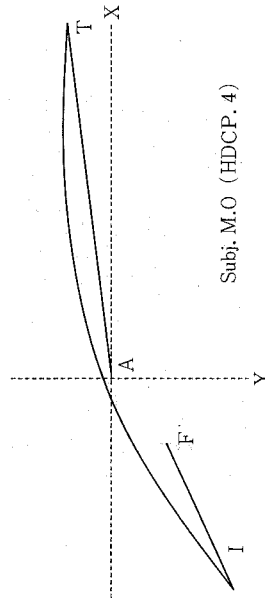


Fig. 1

写真は左上から1-4, 左下から5-8を示し, 垂直方向圧力盤の記録と同調させたものである。以下同様に表示。

Fig. 2

Subj. M. O



X-Y ELECTRONIC RECORDER CHART

図. X-Y ELECTRONIC RECORDER CHART

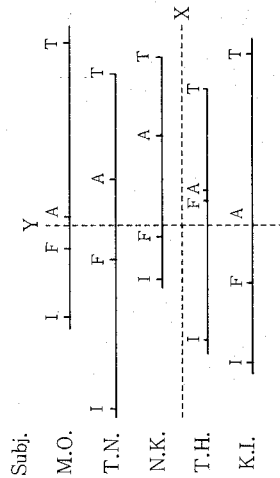


図. 体重移動における X 軸の比較一覧

Fig. 3-1

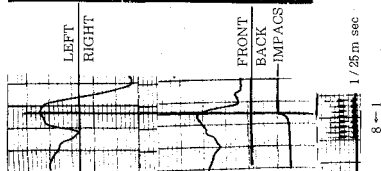


Fig. 3-2

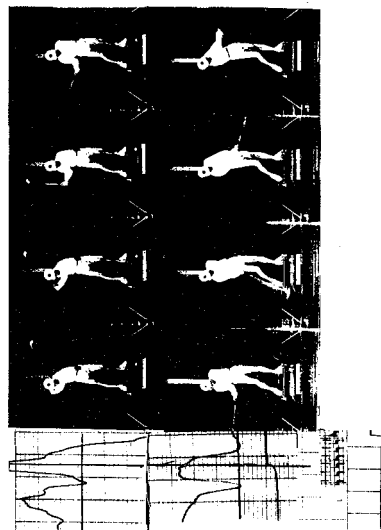
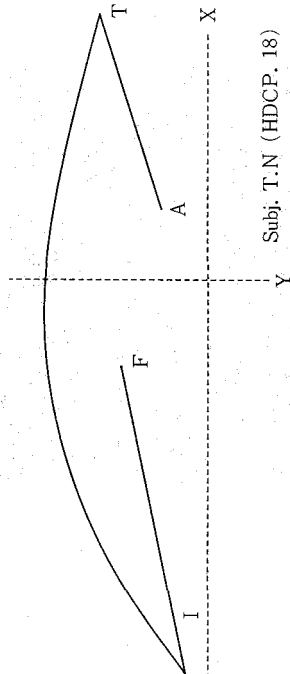


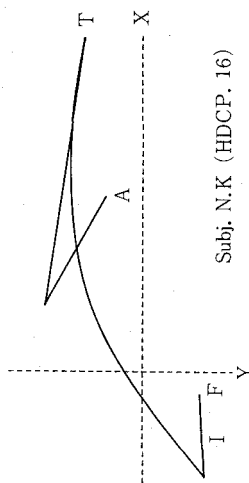
Fig. 4-1



Subj. T. N

Subj. T.N (HDCP. 18)

Fig. 4-2



Subj. N. K

Subj. N.K (HDCP. 16)

X-Y ELECTRONIC RECORDER CHART

Fig. 5-1

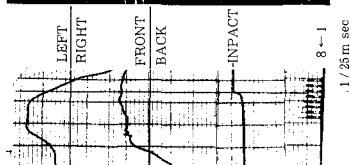
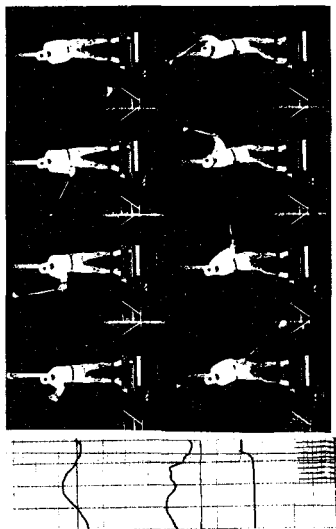
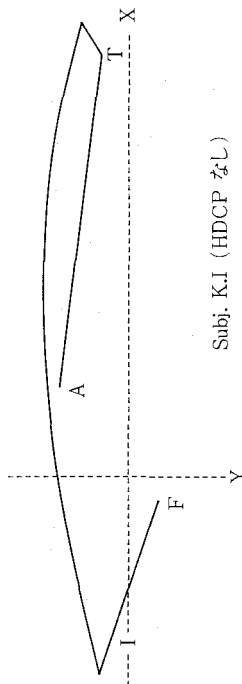


Fig. 5-2



S. S-1/1000

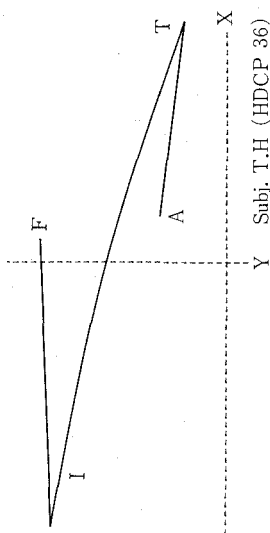
Fig. 6-1



Subj. K. I

Subj. K.I (HDCP なし)

Fig. 6-2



Subj. T. H

Subj. T.H (HDCP 36)

X-Y ELECTRONIC RECORDER CHART

ま先荷重が大きく回転軸の前後の動揺が激しい。インパクトの時点で初級者は特に前のめりでとらえる傾向があり右脚から左脚への荷重変換が小さくダウンスイングの回転軸の動揺を示す。又フォロースルーでの左回転が浅く小さいのも特徴的である。このことはテークバック時での時計廻り方向の右脚を通る回転軸の廻りの水平回転が行われていず軸の動揺とスウェィを現し、ダウンスイング時で時計廻り方向の水平回転が左脚を通る地面にやや右に傾いた回転軸の廻りに行われていないことを示す。即ち回転軸の動揺を示し左右方向の体重移動に止まっている傾向を示している。又これらの現象は垂直方向の上下動を誘発し身体の回転力をクラブヘッドに与えていないためにボールへの打撃力をロスしていると考えられる。中級者は初級と上級の中間的傾向を示しているように考えられる。

ゴルフスイングにおける下肢の動作を筋電図によって判定し且つ荷重変化の解析するための補完的な資料としてゴルフスイングに主に使われると推定される4種類の下肢筋の筋電図を作成したものである。測定筋は主として次のような機能をもっている。外側広筋は膝蓋骨に向って集る筋肉ですべての重量支持姿勢において膝関節を保ち平均のとれた緊張を維持する、又腰関節の姿勢に関係のない膝の伸筋である。半腱様筋は主として膝の屈曲をつかさどるが頸骨の内方回転にも作用する。ひらめ筋は足首での足底屈曲が主機能である。第3腓骨筋は足首背屈曲、回内（外転と外反）を主機能としている。

図6は半腱様筋の筋電図で（上級、中級、初級各1例）あるが各人とも他筋と比較して良く使われており、上級者はインパクト後に最大の活動電位を記録しているのに対して初級者はインパクト前に最大を示しているが、これは上級者がインパクト直後の膝の固定を強力に行っているためであり、初級者はダウンスイング前から左脚の硬直状態を示している、又インパクト以前に膝が左廻りに逃げていることをも示していると考えられる。図7は右脚の半腱様筋であるが、この筋では上級者、中級者が強く筋を使用し初級者は弱い、又インパクトと最大放電の時期が上・中級の間で差異がある。強い放電はテークバック時に肩、腰の右廻りを下脚特に右膝で強く受け止めているためであると考えられ、

Fig. 9 右外側広筋

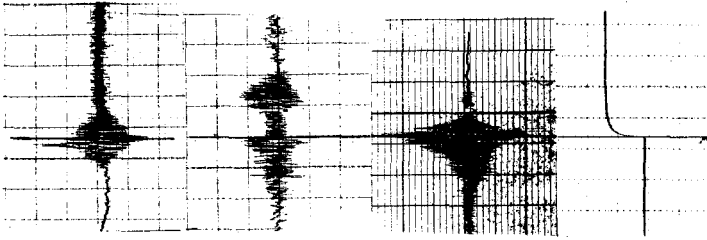


Fig. 8 左外側広筋

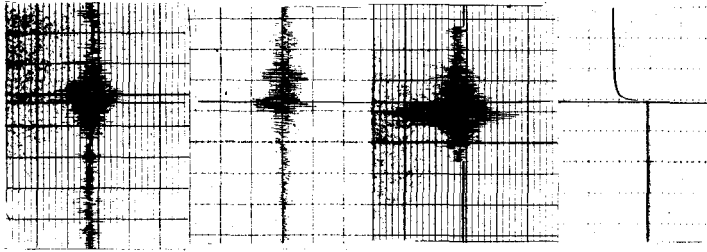


Fig. 7 右半腱様筋

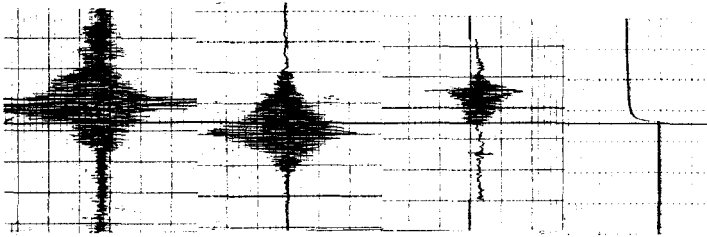
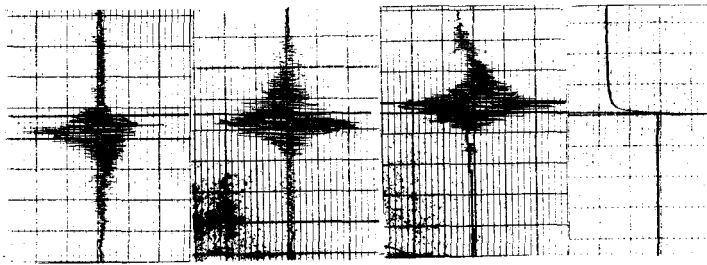


Fig. 6 左半腱様筋



O. M

N. K

I

IMPACT

50 m sec

Fig. 13 右第3腓骨筋

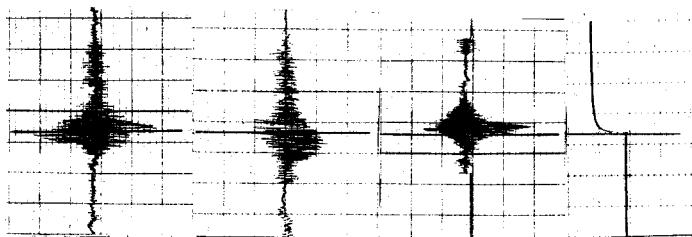


Fig. 12 左第3腓骨筋

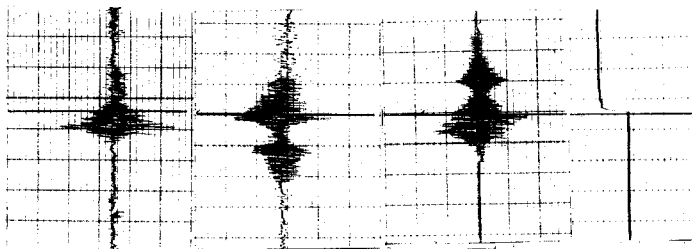


Fig. 11 右ひらめ筋

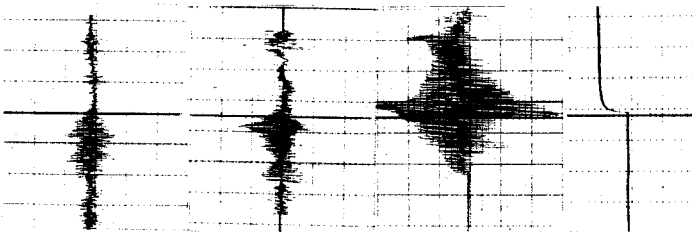
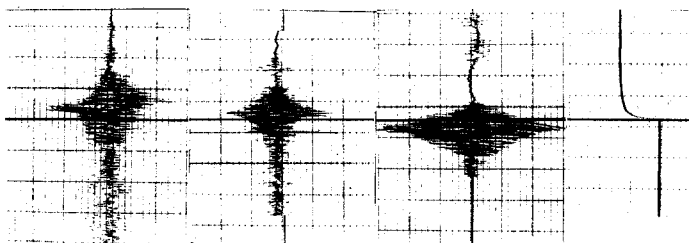


Fig. 10 左ひらめ筋



O. M

N. K

I

IMPACT

50m sec

上級者のインパクト後の放電減少はインパクト直前に左脚に荷重が移った結果右半腱様筋の使用が急激に弱くなったためと考えられる。これに反して中級者はインパクト後まで放電が持続し、初級者はテークバックの浅いことから右膝で確実に右回転を受け止めていないことを示すのであろうと思われる。図8は左の外側広筋の活動電位を示すが、上・中級者はほぼ同じ傾向を示しインパクト直前直後時における左膝固定を示すが特に強く使用されないようである。初級者のインパクトが最大放電の直前にくるのは手打状態で荷重変換が遅れている事を示しているといえよう。図9は右の外側広筋の筋電図であるが各人とも特に差は認められる使用していないが中級者の放電にピークが2つあるのは、スイングがワンピースに行われていないのではないかとと思われる。図10は左ひらめ筋を示すが初心者の放電が特に大きく右ひらめ筋も更に大きく強い放電がみられるのは、スイングを通じて上方への伸びあがり強いことを示し特にやや右脚の強い使用が認められる。上・中級者とも使用強度は小さいが、図11の右筋の使用状態からみても両者とも上下動は少なく両脚膝の水平回転がスムーズに行われていることを示すものといえよう。上・中級ともインパクト後に放電が著しいのはスイングのフィニッシュの時点で右脚で姿勢を受けとめたことによるのではないかとと思われる。図12は第3腓骨筋の左筋電図だが中・初級者に放電のピークが2個あるが、これはインパクト前後の左脚への荷重変化に際して断続があったのではないかとと思われる。左脚を通るスイング軸の動揺にも関連しているものと考えられ、スイングプレートの波状動にも関連しているのではないかと推量される。図13は右の第3腓骨筋の筋電図だが各級に差はないようであるが、上級者で右ひらめ筋より強い放電が認められ初級者で逆に右ひらめ筋より小さい放電が認められ正反対になっているが、これはひらめ筋が身体の上下動に関連し働き第3腓骨筋は足首の回内に関連しているためであり、このことは初心者はスイング全体を通じ上下動が著しく、上級者は上下動が少なく膝の水平回転が行われているためと考えられよう。

結 果

上級者の荷重曲線は X-Y レコーダに記録されているように僅かに弓形をなし右上がり、左下がりの曲線を示し Y 軸から大きくはずれない。このことから前後の動揺が少ないことを示している。又左下がり、ダウンスイング後半の左廻り水平回転を行っていることを示し Y 軸に平行な体重移動が行われていないことを示し、テークバックのトップオブスイングからインパクトまでの移行（荷重の）距離は必ずしも長くないことを指摘したい。スイングはテークバックの右廻り水平回転から回転軸を変換した左廻りダウンスイングの水平回転であり、レートヒッティングのため最大荷重（左脚）の後にインパクトが来ることを示している。一方初級者は一般にスイングを通じて前のめりのつま先荷重になり前後の動揺が激しい。一部中級者の荷重曲線は上級者の曲線に類似しているが弓形の度合いがより大きい。初級者は上下の動揺も大きくテークバック、ダウンスイングとも水平回転がなされていない傾向があり、右脚から左膝への体重移動が水平回転を上廻っているような傾向にある。特にダウンスイングの回転軸がぶれる傾向にあるのは初・中級とも共通点である。

筋電図から指摘されることは、上級者は初・中級者よりテークバック時の右半腱様筋の放電の大きいことを除けば各筋とも活動電位が低く急激な放電も少ないことから、滑らかな筋活動がなされているといえよう。図11に示される初心者の筋電図のように急激に硬直状態がつづくような筋活動がみられ、図12の初・中級者の筋活動が示すように断続的不円滑な動作も特徴的である。一方インパクトの位置も大半の筋電図で異り特に上級者と初級者間での差異が激しい。これは初級者が手打ちの状態を示すスイングであったり、上、下、前、後の動揺の大きいことを示したり、回転軸の「ぶれ」が大きいことの結果であると推量される。又初・中級者は上級者に比較して脱力と緊張の交互の変化にとぼしく全体に過度の緊張が強い。筋電図の示すところは X-Y レコーダーに示される荷重変化とこれに伴うスイングの状態を的確に指摘、裏付けをしているとい

えよう。以上のことがらを総合すると先述したスイングの基礎理論と上級者の実際のスイングは合致しており、初・中級者、特に初級者のスイングは基礎理論からはづれている事項が多いことが実験から判明しているといえる。今後はゴルフスイング時の両脚荷重変化のデータを積み重ねスイングパターンの設定確立を行うことによってスイングの解明と指導改善に寄与できると考えられる。

（昭和58年4月21日 受理）

参 考 文 献

1. 小田桐 洋 一 : 科学的ゴルフ上達法 講談社 (1976)
2. 河 村 龍 馬 : ゴルフの科学 光文社 (1976)
3. 梶 山 朔 二 : 奇跡のゴルフ 祥伝社 (1975)
4. ロバート・ガラン : 神経と筋肉 河出書房 (1975)
5. 松 枝 張 : ゴルフの脳生理学 光文社 (1978)
6. 拓 植 秀 臣 : 条件反射とはなにか 講談社 (1978)
7. B. トリッカー : 運動の科学 みすず書房 (1970)
8. 宮 下 充 正 : トレーニングの科学 講談社 (1980)