

スキーは  $A \rightarrow B$  へ平行移動をしながら、スキーの前方に少しづつ反りが発生するであろう。その為、スキー D の接触面では、前方が小さく、後方が大きくなっている。従って、 $F_x$  の作用点は重心より後方になる。その為、 $K \neq 0$  となり、偶力が発生し、スキーは  $B \rightarrow C \rightarrow D$  へと、左回りの自転運動を伴った谷回り回転になる。

+x 方向に重心がある為、スキーが最大傾斜線の方角を向くに従い、+x 方向に角付けされて行く。スキー J では、 $W_x$  と  $F_x$  の方向が逆向きであり、 $K \neq 0$  である。J は右回り自転運動を伴った山回り回転になっている。

+y 方向の重力成分  $W_y$  と -y 方向の摩擦抵抗  $F_y$  による回転も考えられるが、両者の腕の長さが小さい為、この回転力を無視した。

## § 4. 討論

### 4.1 反り

図 4 の様に、スキーの形態が保たれる程度の硬さがあれば、スキーは薄い(柔らかい)程、スキーは反り易く  $\mu$  は小さくなる。その硬さは、スキーの上に乗る物体(スキーヤー)の重さに依存する(図 5)。スキーの反りの効果について、次の 2 つの間に大きな違いがない事が示された。

(1) 変形しない硬いスキーの場合には、滑降前に、スキーに反りを与えて置く。

(2) 変形する柔らかいスキーの場合には、滑降中に反りが出来て来る。

いずれも、反りにより、スキーの前方部分は浮き上がり、 $\mu$  が小さくなる。図 7 の様に、スキーの前方部分には、反りにより  $\mu$  を小さくする効果があり、後方部分にはスキー滑降の直進性を良くする効果がある。従って、重心を後におけば、反りの効果は大きくなり、 $\mu$  は小さくなる。しかし、滑降の直進性は悪くなる。重心を前に置けば  $\mu$  は大きくなるが、直進性は良くなる。

### 4.2 角付けと反りとスキー回転

図 11-(a) のスキー D を例にとると、接触面は -x 方向にかたよっている。角付けの為に、-x 方向の重力成分  $W_x^{(1)}$  が出来、+x 方向の摩擦抵抗  $F_x$  が出来る。反りの為に、接触面は後(-y 方向)にかたより、摩擦抵抗の作用点は重心から後方へ移動する。そして、偶力が発生し、左回りの自転運動が起きる。スキー J では、右回りの自転運動が起きる。右回りと左回りは  $\beta_0$  の正負による。前の論文<sup>5)</sup>でも、滑降によるスキーの前方部分の反りと角付けにより、自転運動が起こる事が説明されている。

角付け角  $\beta_0$  による X 方向への力と、スキー場の傾斜による FL(Y) 方向への力により、スキーに公転運動が起こる<sup>7)</sup>。公転運動も又、 $\beta_0$  の正負により、山回りと谷回りに分けられる。公転運動と自転運動とを組合せてスキー回転(スキー・ターン)が出来上る。

### 4.3 1本足スキー・ターン

この論文で考えているスキー・ターンは、スキーが雪面から離れないパラレル・ターンである。プルーク・ボーゲンやシュテム・ターンでは、スキーヤーの両足は互いに異なった運動をしている。従って、両足のスキーが雪面に働く力も異なり、これが左又は右の回転に結びつく筈である。もし、雪面に働く 2 つの力が均等なら、スキーヤーの重心は直線運動(滑降)になるであろう<sup>4)</sup>。

1 本足のスキー滑降でも,1 本のスキーの左側右側と前側後側に雪面から働く力が均等なら,直線滑降となるであろう。

パラレル・ターンと殆ど同じ軌跡を,1 本足スキー・ターンで描く事が可能である<sup>4)</sup>。従って,1 本足スキー・ターンでは,1 本のスキーの左側右側又は前側後側に,雪面から異なった力が働いている筈である。力が異なる理由は「角付けと反りによって作られる接触面の偏り」の為である。それを,前論文<sup>5)</sup>と,本論文で述べている。

2 本足のパラレル・ターンでは,外側の足に体重の 70%以上の力がかかっていると言われている<sup>6)</sup>。これは事実上,外側の足のみでスキー・ターンをしている事を意味している。例えば,右回り回転から左回り回転に移る時は,変曲点において左足から右足へ回転の足を変えている。即ち,2 本の足でパラレル・ターンをしている様に見えるが,本質的には,右足又は左足を交互に用い,上記の 1 本足スキー・ターンをしているのである。

## § 5. 結論

スキーは反りにより,滑り易くなり,回転し易くなる。この反りと角付けの為に,砂(雪)とスキーとの接触面が偏り,この偏りがスキーの自転運動を作る。X 方向の力と FL 方向の力から公転運動が出来る。これらを組合せて,山回りと谷回りのスキー回転滑降が作られる。

## 文献

- 1) 日本スキー教程 全日本スキー連盟編 スキージャーナル 1994
- 2) K.Gamma:The Handbook of Skiing (Pelhambooks,1981)
- 3) T.Sahashi and S.Ichino:Jpn.J.Appl.Phys.29 (1990) 1203.
- 4) T.Sahashi and S.Ichino:Jpn.J.Appl.Phys.35 (1996) 2377
- 5) 佐橋稔雄,市野聖治:サイドカットの効果,日本スキー学会誌,10(2000)
- 6) T.Sahashi and S.Ichino:Jpn.J.Appl.Phys.26 (1987) 1185.
- 7) 佐橋稔雄,市野聖治:日本スキー学会誌,9(1999) 179
- 8) 木下是雄:スキーの科学,中公新書 1973

サハシ トオ

佐橋稔雄

1937 年生

大同工業大学教授

イチノ ショウジ

市野聖治

1946 年生

愛知教育大学教授

