

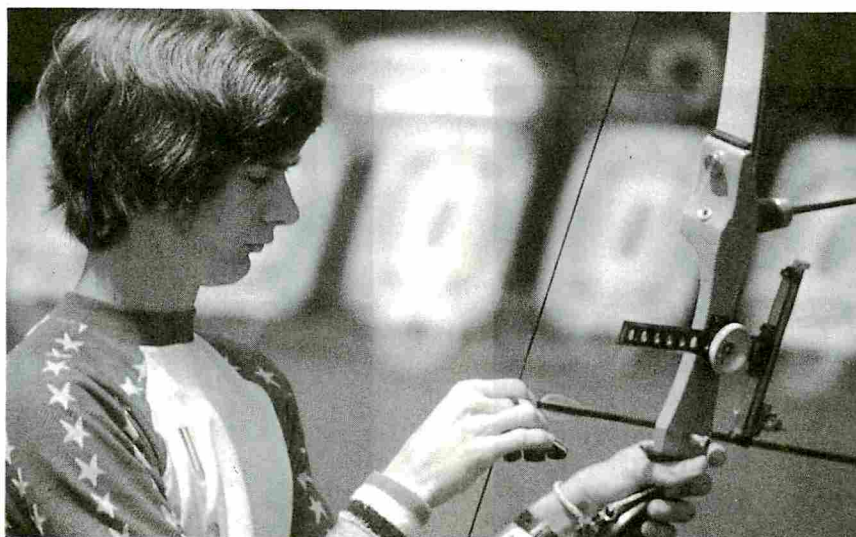
CHAPTER 11

ARROW

ダレルのすごさのひとつに、彼がさまざまな最新弓具を世界で最初に使い、その最初の試合から驚異的な記録を樹立してきたことが挙げられます。ダレルがデビューさせた弓具には、スピンウイングヴェイン、ケブラースtring、Vバー、カーボンリム、クリッカーポイント、カーボンアロー……等、いまでも主流を成すものから、その原形となるものまで数多くあります。しかし、いくら

それらが革新的な道具であったとしても、世界選手権やオリンピックという檜舞台でデビューさせ勝利するのは並大抵のことではありません。ダレルだからこそできたことです。

近年、改良開発が進む多くの弓具のなかで最も中性向上に貢献したものと言えば、ケブラースtringとカーボンアローです。それは記録が証明しています。そして、この2つを世界の舞台に



1975年、インターラーケン世界選手権。高校を卒業したばかりの18歳の少年が華々しく「世界」へデビューを飾った。

CHAPTER 11 ARROW

初めてデビューさせたのも、ダレルでした。

1975年、ダレルはインターラーケン世界選手権で2548点 (1266-1282) を射ち、2位のマッキニーに90点の大差をつけて圧勝しました。その記録はウィリアムスのもつ世界記録を103点更新するという驚異的な世界新記録でした。このときアメリカチームの全員と他のほんの数人の選手が、世界で初めて黄色いストリングを使用していました。そしてこのとき、すでにダレルだけが黒いケブラーを使っていました。それまでのダクロンとは明らかに違う音、速い矢速、そしてダレルによってもたらされた驚異的な世界新記録。世界中の目が、この新しい素材のストリングに集まったことは言うまでもありません。

しかし、実はケブラーがアーチェリーに初めて使われたのは、それより3年も前の1972年、日本においてでした。このときテストを依頼されたオリンピック強化選手の評価は切れ易い、音がうるさい、サイトが緩む、クリッカーが動くというもので、結局は日本では陽の目を見なかったのです。

カーボンアローが初めて世界の舞台に登場したのは、1983年のロサンゼルス世界選手権のときです。残念なことに、この大会でダレルはマッキニーと同点で10金差で2位に甘んじたのですが、そのときの2617点 (1308-1309) はまたしても世界新記録でした。しかし、当時のカーボンアローには、均一性や強度などの精度や製造上の問題だけでなく、仕様面でのノウハウや技術がまだ確立されていませんでした。そのため、翌1984年のロサンゼルス・オリンピックでは、マッキニーをはじめほとんどの選手がその使用を断念することになるのですが、ダレルはその同じカーボンアローで見事2個目の金メダルを獲得。優勝スコア2616点 (1317-1299) で、またしても2位に52点差をつけての圧勝でした。しかも、シングルFITAトータルはじめオリンピック新記録6個を樹立しているのです。実際、このときのカーボンアローはその後メーカーも品質上の問題を認め、製造継続を断念していることからわかるように、いくらプロトタイプとはいえダレル以外には成し得なかつ



1975年、インターラーケン世界選手権 (50m)。世界選手権2度目、18歳で「世界チャンピオン」となる。このときダレルは世界記録と共に「Vバー」と「ケブラーストリング」を世に送り出した。

た成果でしょう。

ケブラーestringとカーボンアロー、いまでこそ一般化したこれらの道具ですが、記録更新に大きく貢献した理由として、この2つには共通点があります。それまでのダクロンstringやアルミアローに比べ矢速を圧倒的に速くしたことです。たしかに、弓具の改良開発とその普及にはそれぞれの目的と効果があり、ひとつの機能（矢速）を強調することは適切ではないかもしれません。しかし、初速においてケブラーはダクロンに比べ2～2.5%、カーボンはアルミに比べ8～12% 矢の飛翔スピードを向上させているのです。

弓具全体で注意しなければならないことは、多くのアーチャーが弓本体に意識をとられ、矢の存在を軽視する傾向にあることです。スタビライザーや弓本体が飛んでターゲットに突き刺さるのを見たことがないように、アーチェリーにおいては70cmそこそこのアルミ合金またはカーボンファイバーで出来た矢がターゲットに刺さって初めて得点となるのです。最長90mという距離を飛翔する

のは矢なのです。どんなに高価な弓や最新の弓具でも、それは矢を発射する道具にしかすぎません。そのことを考えれば、アーチャーはもっと矢に対して注意と関心を払うべきでしょう。

弓具の進歩は空気との戦い

1983年の世界選手権は、翌年のロサンゼルス・オリンピックのリハーサルも兼ね、準備の進むカリフォルニア州ロングビーチ市のエルドラドパークで行われました。当初、この大会はメキシコでの開催が予定されていたのですが、メキシコ政府の財政上の理由から急遽変更を余儀なくされたのです。そのため、これを予期していなかった1982年のメキシコで行われたパンナム・ゲーム（南北アメリカの各国が参加する大会）では、参加者は本気で翌年の世界選手権に向けての対策を考えていました。ダレルの愛用するプラスチック製のレストが試合中、使い物にならなくなったことなどは暑さへの対策を迫る出来事でした。



1983年、ロサンゼルス世界選手権(30m)。プロトタイプとはいえ、「カーボンアロー」が初めて世界の舞台に登場した大会。他の使用選手が距離によってアルミアローと使い分けるなか、ダレルは一貫してカーボンアローでこの大会に臨んだ。

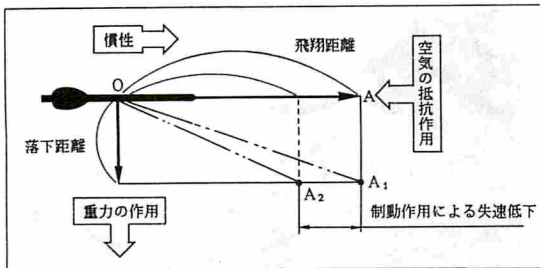
CHAPTER 11 ARROW

しかし、それ以上に選手たちの関心を集めたことがありました。高地対策です。この時点ではまだカーボンアローが登場していないのですが、気圧の低さと空気の希薄さからくる身体と弓具への影響は無視できないものでした。選手たちは一様にサイト位置が上がったことを指摘しました。このとき、アーチャーは低地では感じることでできない横風以外の空気抵抗を初めて実感したのです。

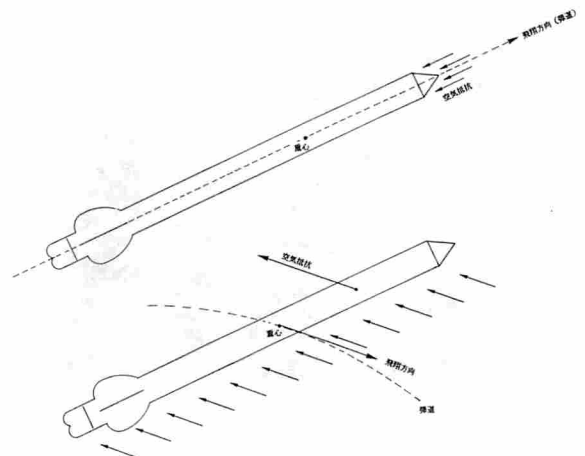
ここで、ひとつの想像をしてみましょう。矢には「アーチャーズパラドックス」と言われる蛇行現象が起こることは知られていますが、このアーチャーズパラドックスが起こらないと仮定して、もし宇宙の無重力状態のなかで矢を射出したとしたら、どうなるでしょう。矢は弓から与えられた初速度によって、はてしなく初速に等しい一定速度で毎秒、一定距離を直線上に進みます。これを「等初速度直線運動」と呼びます。ここで、中学や高校で習った $[s = vt]$ という物理の公式を思い出してみてください。この場合の v は弓から与えられた初速度 (m/秒)、 t は時間 (秒)、

s はその間に矢が進む距離 (m) です。では、仮に90mを初速60m/秒の条件でシュートした場合は、発射から矢がゴールドに到着するまで何秒かかるでしょうか。矢がまっすぐに10点に向いていたとして、1.5秒でゴールドに到着するはずですが、これは机上の計算にすぎません。現実には、地球上で試合が行われる限り、矢には「重力」と「空気抵抗」の2つの作用が働くこととなります。

そこで最初に空気抵抗を無視して、「重力」だけがある状態を考えてみます。矢を地面と平行に10点に向けてまっすぐ発射したとすれば、矢は垂直方向に自由落下運動をしながら放物線を描いて進みます。そのため、距離が長いほど、的中点は10点から遠くなります。つまり、矢は10点に向かって等速運動をしながら、垂直方向に重力加速度 g (9.8m/秒²) の等加速度運動をするわけです。さらに、矢の重さを m (kg) とすると、矢に働く力は垂直方向に重力 mg (N) が働くこととなります。このときの落下量 H (m) は $H = \frac{1}{2}gt^2$ の式



- 飛行中の矢に作用する力と矢の運動の関係
 A：真空かつ無重力での弾道(等初速度直線運動)
 A₁：真空中に重力の作用だけを受けた落下状況
 (等加速度運動)
 A₂：通常の大気中で重力と空気抵抗を受けた落下状況
 ※ A₂の弾道が最も落下率が大きい。



で表されます。

これらのことからわかるように、アーチャーが矢を10点に的中させようとすると、重力が作用する分、矢を上向きに発射しなければなりません。このときの発射角 θ (°)、水平到達距離をD(m)とすると $D = \frac{V^2 \sin^2 \theta}{g}$ となり、前述の条件であれば90mの場合、水平面から7°の角度でシュートすればよいことになります。

このとき、弾道として描かれる矢の通り道は言うまでもなく放物線です。これは水平面から最も遠くなる点を頂点として、そこに上っていく矢と10点に降りていく矢の通り道が対称形を描きます。そして、最も遠くまで矢を飛ばすときの発射角 θ は45°です。

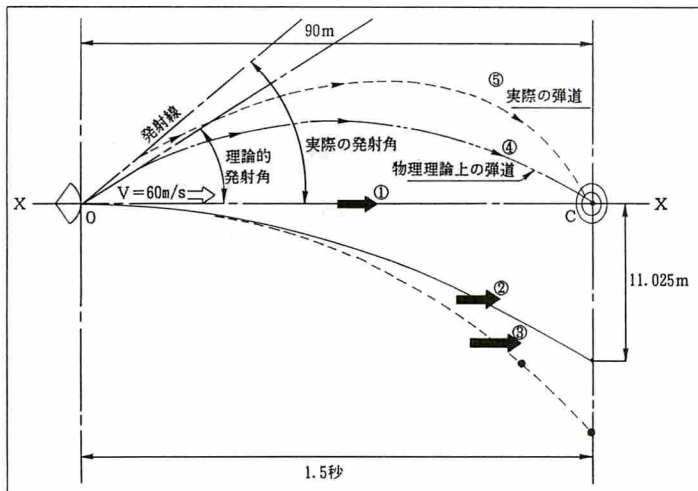
では、これに「空気抵抗」が加わったら、どうなるでしょう。この場合には矢の形状や重さ、初速、その他多くの要素が絡み合うため一概には言えませんが、一般には最長飛翔距離を得る発射角は36°~38°の間と考えられ、弾道形状も対称形の放物線ではなく、頂点が3:2と少しターゲット

側に近づいたものとなります。このことは、いかに空気抵抗が矢に影響を及ぼしているかを示すものです。

ダレルはヘビーポイントしか使わない

一般にアーチャーが空気抵抗を実感するのは、横風による変位で矢がゴールドを外したときでしょう。しかし、現実には風がなくとも、前述のように矢には大きな空気抵抗が加わっています。とくにそれが大きくなるのは、矢が弾道の頂点(最高点)を過ぎ、ターゲットに向かって落下を始めてからです。発射され上昇を続ける矢に対する空気抵抗は、主にその先端(ポイント)部分に加わる制動力です。しかしそうして減衰した矢が落下を始めると、空気抵抗は今度は矢の下方からシャフト全体に加わり、さらに矢の先端を後方へ押し上げようと働きます。

たとえば同じ弓を使って矢の飛距離を延ばすにはどんな方法があるでしょう。それにはフライト



飛翔中の矢に作用する力と弾道曲線
 矢の初速度を毎秒60mとして、90m先のターゲットをシュートするとき、
 ①真空かつ無重力でシュートした場合—1.5秒で的中。
 ②重力だけが作用する場合—1.5秒で90mを飛翔。ただし11.025m落下。
 ③重力と空気抵抗が作用する場合—②よりも時間、落下距離ともに増加。
 ④重力だけが作用する場合に90mを的中させる場合—発射角7°での中、弾道形状は左右対称形を描き、その最も高い位置は45m地点となる。
 ⑤重力と空気抵抗(風や矢と空気の摩擦も含む)を受けるなかで90mを的中させる場合—風力や風向きが変化するため、実際には8°~10°の範囲で発射角を調整してシュート。その場合、弾道の最も高い位置はターゲットから35m付近となる。

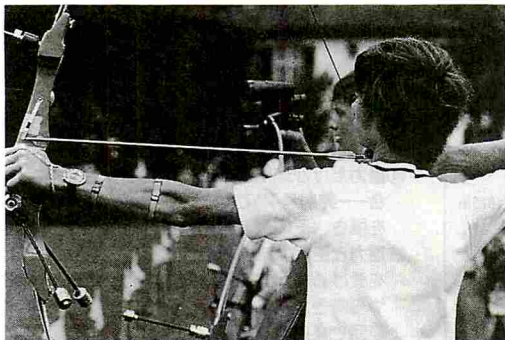
CHAPTER 11 ARROW

競技（単に飛距離を競うアーチェリー競技）で行われているように、矢を細く短く軽くしたり、シャフトの中央部分を太くした葉巻型（空気抵抗を小さくするための形状）にすれば、矢をより遠くに飛ばすことができます。しかし、これはフライトという特殊な競技用のもので、一般的ではありません。ターゲットやフィールド用の一般のシャフトで考えるなら、矢の重心位置を後方のノック側へ移動させるのが、最も簡単な方法です。それは、ちょうどスキーのジャンプ競技で選手が空気を捕らえ飛距離が延びるのを想像すればいいでしょう。

矢は空気に乗り飛距離を延ばしながら飛翔し落下していきます。このことは、最近の陸上競技のやり投げで記録が100m時代に突入し、安全面からやりの重心位置を先端側に移動させ、飛距離を抑えようというルール変更が行われたことからわかります。しかし、残念なことに飛翔距離と的中精度は単純に正比例してはくれないのです。

これと同様の関係にあるものに、ノッキングポ

イントの位置があります。多くの指導マニュアルには『ノッキングポイントは直角位置から3mm上に取り付ける』といった表記がよく見られるのですが、その理由は一般に弓のリムの強さが上リムより下リムの方が強く作られていることに起因します。弓の構造上、グリップのピボットポイントとレスト位置を同一点にもってこることが理想なのですが、現実には不可能です。そのため弓のレスト位置はハンドルの中心位置（上下方向における）から少し上、ピボットポイントは下に設計されていますが、上下のリムに強弱をつけることは、これらの設計上の差を発射時に少しでも修正しようとする手段なのです。そこで、ノッキングポイントをたとえば直角位置より下に取り付けると、どうでしょう。矢は飛翔距離を延ばしサイト位置は上がりますが、的中精度は極端に悪くなります。このことは、もし最良のノッキングポイント位置が見つからなければ、高めの位置に取り付けるほうがサイト位置は下がっても面的でのグルーピングは小さいものとなり、リスクが小さいことを教



1975年、インターラーケン世界選手権(50m)。2点で支えられている矢がいったんリリースされストリングを離れると、その飛翔する矢には「重力」と「空気抵抗」がまともに加わることになる。

えています。近距離ではさほど感じませんが、90mなどの長距離ではそのことを強く感じます。高めのノッキングポイントは、矢に抑えの効いた（落下時の下方からの空気の影響を受けにくい）飛び方を与えてくれます。

このように、矢の先端部分に抑えを効かせることは、的中精度を高めるには必要なことです。当然、このことは弓だけでなく、矢にも言えることです。矢の重心位置は、カーボンでもアルミでも、そしてどのポイントを取り付けた場合でも、必ずシャフトの中央より前側（ポイント側）にあるのはそのためです。ただしその重量バランス（重心位置）をどこにもってくるかは、個々のアーチャーのチューニングに任されています。

ダレルはアルミアローの時代からヘビーポイントしか使用していません。それはもちろん、的中性向上を考えてのことです。ただし、レベルの低いアーチャーや低ポンドの弓を使用するアーチャーが気をつけなくてはいけないのは、極端なポイント重量増加によるトップヘビー化は、矢の総

重量を増大させることになり、とくに長距離においては小さなミスが大きくゴールドを外すことになるのです。そこで登場したのがフィルム製のヴェインでした。このヴェインの利点は空気抵抗もさることながら、実はそれまでのビニール製ヴェインに比べ大幅な軽量化が図られたことでした。それにより、矢の総重量を重くすることなく、矢の重心位置を簡単に前方に移動させることができるようになったのです。

カーボンアローでも音速は超えない

近年カーボンアローの改良に伴い、ポイント重量の種類がアルミアローのときに比べ多様化しました。このことはアーチャーの選択範囲の拡大であり、重量バランスを微妙に調整できる意味からも歓迎することではあるのですが、実はその背景はアルミアローの時代とは少し異なり矢のスパインへの対応が主な理由となっています。カーボンアローはひとつのシャフトサイズに対するスパイ



1975年、インターラーケン世界選手権(90m)。ダレルは弓具のチューニングやテストを90mの実射でその矢飛びと的中を見て行う。それは「理論」ではなく、試合における「実際」を想定した彼にとっての現実的な方法である。

CHAPTER 11 ARROW

ンの許容範囲（ひとつのサイズの矢に対して使用できる弓の強さなどの条件）がアルミより狭くなっています。そこで、ポイントの重さを変えることで飛翔時における動的スパインを変え、それによって使用範囲を広げています。しかし、だからといって空気抵抗と重量バランスの問題を無視するわけにはいきません。

ここでもうひとつ。1977年ころ、ダレルが使ったクリッカーポイントと呼ばれるポイントについて話しておきましょう。このポイントの形状はもともとフルドロ時にクリッカーのチェック（矢の引き込み位置を確認する作業）がし易いことを目的に考案されたものでした。ところが実際に使ってみると、1300点を超えるような感覚において、それまでの一般的な屋根型のポイントや砲弾型のブリットポイントよりグルーピングが小さくなることに気づきます。

ブリットポイントが登場したとき、その説明書には「空気抵抗が小さい」と書いてありました。たしかに、それは間違いではありませんでしたが、しかし実際には先端部分での空気抵抗を云々するときは、その飛翔スピードが音速（約340m/秒）を超えるような場合であり、アーチェリーではカーボンアローを使い、ドロレングス28インチ、50ポンドの条件でシュートしてもそのスピードはたかだか70m/秒なのです。それに実際には矢は蛇行しながら飛翔します。これは感覚的な説明になりますが、とくに9%ポイントなどと呼ばれるより先端の尖った（流線型）ポイントをシュート

していると、空気に乗ってしまうような、抑えの効かない飛び方をするときがあります。それに対して、クリッカーポイントのような先端に抵抗のあるポイントは、空気を切り裂くように与えられた弾道を確保しながら飛んでくれるのです。これをもう少しわかり易く言うと、先に話したやり投げ競技で急激な記録更新が続いたもうひとつの理由に、やりの表面に細かい砂を付着させ空気抵抗を大きくしたことがあります。これはゴルフボールの表面のディンプル（えくぼ）と呼ばれる多くのくぼみが飛距離とその方向の安定性を与えるのと同じ原理です。また、捕鯨用のモリの先端は素人が考えるほどに尖ってはいません。尖っていると、少し斜めから鯨に当たったときには、先端が滑って鯨に刺さらずに跳ねてしまうのだそうです。このような感覚を、トップは経験的に知っているのです。だからこそ、ポイント形状が砲弾型に変わった後でも、ダレルは旧タイプの屋根型のポイントをずっと愛用していたのです。これはカーボンアローが変わってからも同様で、メーカーはポイントの形状を発表当時に比べ、徐々に抵抗のあるものへと変化させてきているのはそのためです。

では、なぜダレルはクリッカーポイントの使用を続けなかったのか。その答えは、クリッカーポイントがあまりにも試合で跳ね返り矢を続出させたから、という単純明快なものでした。