

アナログレコードの溝の切り方（定速度カッティング）

季刊アナログ誌 2011 WINTER vol.34 の「レコードの奥義を極める」（第 19 回）に次のような記述があります。少し長くなりますが引用させていただきます。

「オーディオの教科書などに載っている定振幅型特性というとは振幅を一定にするリミッター特性のようなものと誤解されやすいのですが、オシレーターから一定のレベルで各周波数を入力したときの記録振幅の状態のことで専門的には 1 オクターブにつき 6dB（2 倍）上昇する周波数特性のことを指しています。

一方、実際のカッター針の動き（振れる幅）は低域では振幅が大きく（広い）、高域では振幅が小さく（狭い）なりますが、これを定速度型特性といいます。

ここでいう速度とはカッター針の動く速さ、つまり、毎秒、どのくらいの速さで動くかということなんです。

低い方では大きく、高い方になると細かく動くわけですが、針先の速さは一定（定速度）という意味です。

同じ音の大きさでも、周波数が 2 倍になると振幅は半分、逆に振動数が 1/2 になると振幅は 2 倍になりますが、これは運動のエネルギーで考えても理にかなっていません。」

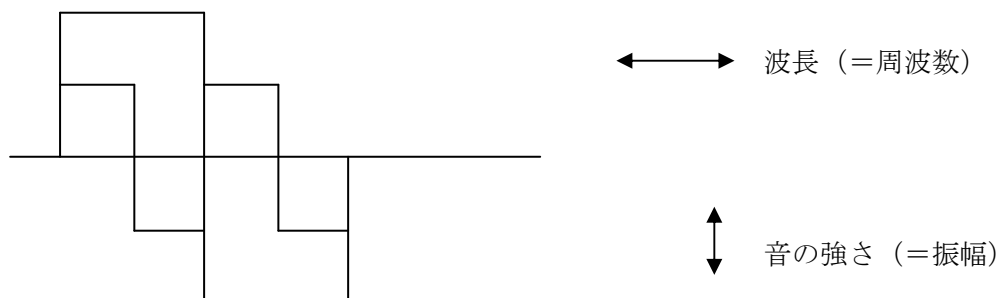
この文章の意味がどうしても理解出来なかったのですが、次のように考えればよいことに気がきました。

まず「運動エネルギー(E)」ですが、これはレコードの溝を刻む針先の部分が速度 V で（モノラルレコードだと左右、ステレオだと上下左右）動く場合の運動エネルギーのことです。

ご承知のように $E = (1/2)mV^2$ となります。針先を動かすドライブアンプでこの E を与えてやるわけです。

M は針先の質量で常に一定、「定速度」ということになると V も一定なので E も一定になります。

次に「(定速度カッティングで) 同じ音の大きさ (=E が一定) でも周波数が 2 倍になると振幅は半分」という部分ですが、針先の軌跡を模式図で示してみます。



これは実際には有り得ない「矩形波」ですが、線分の長さに着目すると、波長が $1/2$ (=周波数が1オクターブ上) になっても線分の長さの合計は同じになっています。つまり「速度一定=定速度」です。2つの矩形波が重なっている部分がありますのでご注意ください。

「定振幅」についてはこのような簡単な模式図で示すことが出来ません(ちなみに同じようなやり方で線分の合計を計算すると1.67倍になります)。

冒頭の記述にあるように「定振幅」については「1オクターブにつき6dB(2倍)上昇する周波数特性」と定義されます。 $20\log 2=6.02$ というイメージです。

注) このような $\pm 6\text{dB/oct}$ (あるいは $\pm 12\text{dB/oct}$ 、 $\pm 18\text{dB/oct}$)という特性は音あるいはオーディオの世界ではよく出て来ます。

音域の全てを定速度カッティングすると溝の振幅は高域側ではどんどん小さくなり、一方低域側ではどんどん大きくなります。

そこで高域側では音信号を強め、低域側では逆に弱めていくことになります。

つまりレコードに溝を切るカッター針に与える音信号の強さのイメージは少しいびつな階段のようになります。階段の下側が低域、上側が高域側です。

レコードの音溝はこのようにして切られていますので、再生する場合はこれとは逆の補償をしてやらなくてはなりません。

これがすなわち現在のRIAAカーブで、フォノイコライザーがこの役割を担っています。細かい話しになりますが、このRIAA特性では

—50Hz以下を定速度型

—50~500Hzは定振幅型

—500~2100Hzは定速度型

—2100Hz~定振幅型

とし、結果として低域から高域までほぼ一定の振幅で記録されているそうです。

注) レコードの音溝の速度振幅(=録音レベルの大きさを示す単位(mm/s))はLPレコードの場合、1kHzで80mm/sが一応の基準レベル、振幅は約 $25\mu\text{m}$ だそうです。

また、(電磁型)カートリッジの電気出力=速度振幅×周波数なので、1kHzより高い周波数では音溝の振幅は小さくなります(速度振幅80mm/sの10kHzでは1kHzの $1/10$ で約 $2.5\mu\text{m}$)。

何気なく手にしているレコードですが、このような工夫が凝らされているのですね。

以上