

前章で、コンデンサの極板を開いていくと電気力線があふれ出し、電界エネルギーが出ていく状態がダイポール・アンテナであると説明しました。定性的にはそういうことでよいのですが、正確にいうとまだ効率の良いアンテナとはいええず、やっとダイポール・アンテナの原型ができた状態です。しっかり動作するダイポール・アンテナであるためにどうあればよいかを、もう少し掘り下げてみます。

ダイポールまたはダブルレットという言葉には、もともと「電気双極」などという訳語が使われていますが、そのルーツは、ダイ=2、ポール=極なので、ここでは2本の電線の組で構成されるダイポールの原型をすべてダイポールと呼ぶことにします。

図2-1 (a)は、全長 ℓ [m]のダイポールの電線に周波数 f [MHz]の高周波を加え、その周波数を変化させると回路に流れる高周波電流がどのようになるかを観察したグラフです。

周波数を低いほうから徐々に高くしていくと、ある周波数 f_0 [MHz]で高周波電流が最大になるところが観察され、さらに高くしていくと電流が減ります。もっと高くしていくと、また電流が増える共振状態が観察されます。実は f_0 の2倍、3倍、……の周波数でも共振が起こりますが、とりあえず最初にくる f_0 に着目します。

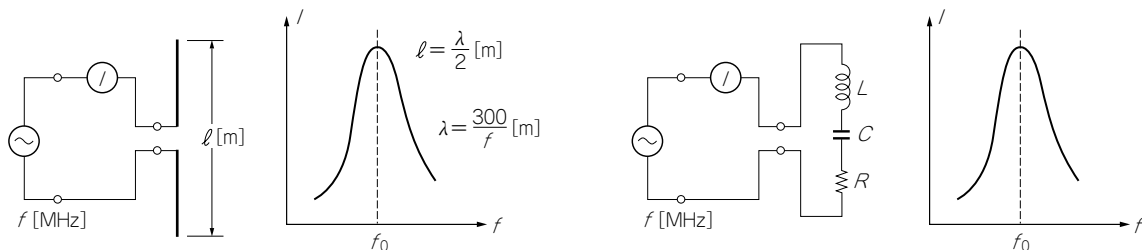
このような関係は、図2-1 (b)に示すようなコイル(L)、コンデンサ(C)、抵抗(R)の直列共振回路の場合と酷似しています。

このことから、図(a)のダイポールの電線は周波数 f_0 [MHz]で共振すると考えられます。 f_0 [MHz]に相当する波長 λ [m]は前回のおさらいで、

$$\lambda = \frac{300}{f_0}$$

ですが、共振するときの波長 λ [m]とダイポールの長さ ℓ [m]との関係は、ほぼ $\ell = \frac{1}{2}\lambda$ になっています。“ほぼ”と断ったのは、ダイポールの電線の太さなどによる微差があるからです。

また、実は f_0 の2倍、3倍、……の周波数でも共振が起こるといいましたが、LCR直列回路の共振周波数は一つしかないのに対し、ダイポールの電線の場合は、 f_0 の整数倍の多くの周波数で共振を起こします。

(a) $\ell = \frac{1}{2}\lambda$ のときのアンテナの共振

(b) 等価回路

図2-1 アンテナの共振とその等価回路 (I は高周波電流)

f_0 のことを「基本周波数」とか「固有周波数」などと呼び、整数倍の周波数を「高調波共振周波数」と呼んでいます。

この全長 $\frac{1}{2}\lambda$ のダイポール・アンテナを「半波長ダイポール」あるいは誤解がない限り単に「ダイポール」と呼んでいます。今後、このアンテナが理論的な基礎になったり、変形されてほかのスタイルのアンテナに生まれ変わったりしますので、これからの理解を助けるために、もう少し整理してみることになります。

このアンテナが共振したときの電線の中では電流や電圧がどのようなになっているのかを図2-2に示します。分布を示す縦軸は大きさを表します。図2-2(a)に示したように、電流は高周波を供給する端子(給電点)で最大となり、電線の先端でゼロとなります。そのメカニズムは図2-2(b)に示したように、ダイポールは給電点を中心に多数の微小ダイポール(電気双極)から成り立っていると考えられ、それぞれの微小ダイポールに供給される電流の総和が電線各部の電流値になっていると考えるのです。

それが図2-2(a)の電流分布図にまとまっています。そもそも電線の先端で電流値がゼロでなかったら、そこから先は空間なのですからおかしいですね。電圧分布のほうは、ダイポールがプラスとマイナスの異極どうしである限り、給電点のゼロを境に(+)と(-)が入れ替わることは理解できるでしょう。

電圧、電流の最大の部分を、それぞれ電圧の腹、電流の腹と呼びます。

また電圧、電流の最小の部分、それぞれ電圧の節、電流の節と呼びます。

f_0 の2倍、3倍、……の周波数で共振するダイポールには電圧や電流の腹や節がいくつもあることになります。

さて、共振点近くでは、半波長ダイポール・アンテナの入力インピーダンス($R + jX$)はどのようなになっているのでしょうか。

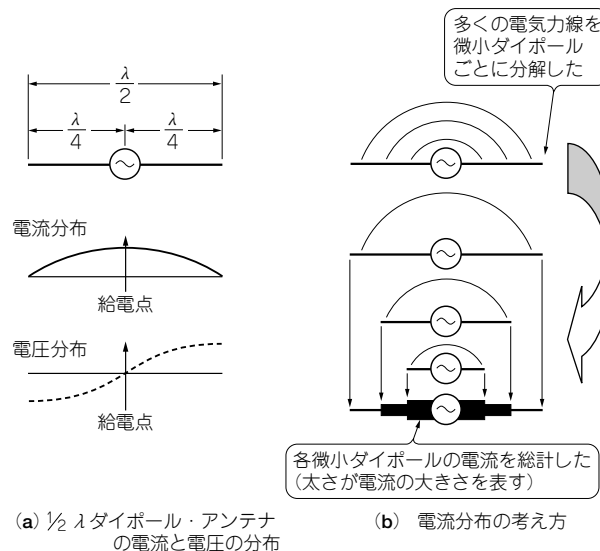


図2-2 半波長ダイポールの電圧・電流分布