

骨折と物理学

医学部 物理学講座 助教授 小林 恒夫

何年か前に、凍った駐車場でひっくり返って、足首を骨折してしまいました。そのときにレントゲン写真を見ながら、^{かこつ}化骨という話を担当の先生から伺いました。「骨が折れると、その折れた骨のまわりに化骨というのが形成されます。ほら、こんなに大きいでしょう。知らない医学生にこれを見せると『骨のガンでしょうか』と見間違うくらいです。骨折した部分を覆ってしっかり傷を守るんです。2年間ほどすると自然に消滅します。生体の巧妙な修復作用のひとつですね。」とのことでした。この化骨という言葉も含めて、数年して別の形でまた骨折の話を伺うことになりました。

福島県立医科大学の整形外科講座の先生方と私ども物理学講座との共同研究で、ここ数年「脛骨の強度分布」と題して学会や論文で発表してきました。話の発端となったのは67才の女性のストレス骨折でした。ストレス骨折あるいは疲労骨折というのはふつうの骨折と違って、少しずつストレスがかかっていって、いつのまにか骨が折れているということだそうです。不自然な歩行を続けたり、スポーツ選手が不適切な練習をくり返したりした結果生じることが多いということです。この女性も膝の痛みを感じて来院したのですが、^{けいこつ}脛骨(すねの骨)の膝より少し下のところがストレス骨折を起こしていたのでした。1ヶ月後には化骨の形成も見られ(うんうんとこの時は知ってるふりができました)、数ヶ月後には治癒ということになりました。

そこで、どうして脛骨のその部分が折れることになったのか、それを何か物理学的に説明できないものか、との動機でいろいろやってみることになりました。とりあえず脛骨の形をレントゲン写真からデジタイザーで入力して、形の情報からだけでも、弾性体の力学を使って何か言えないだろうかと検討しました。骨の強度は曲率という物理量で

表すことにしました。あれこれやっているうちに、膝側を固定して足首側に加重した状態で脛骨のどの部分が最も折れやすくなるかを数値計算してみると、確かに膝より少し下の部分で、曲率が大きくなる、すなわち折れやすくなる傾向はあることがわかりました。ただ、全体としてはなだらかで平坦な強度分布が得られて、ここでも生体の巧妙な設計を思い知らされることとなりました。

何ヶ月かしてふと、逆に足首側を固定して膝側に荷重したらどうなるんだろうかと思いつき、やってみました。数値計算としては荷重をどちらにかけるかを変えるのは極めて簡単です。結果は、今度は平坦どころか、脛骨の足首に近い部分に巨大な曲率のピークを生じ、その部分がとても弱くなるであろうということがわかりました。考えてみればスキーをしているときなどは、足首はスキー板に固定されていて、荷重がかかるのはむしろ膝側になっています。そうか、それでスキーによる骨折は足首側が多いのか、と合点がいきました。

物理学では(おそらく他の学問分野でもそうと思われますが)とりあえず思いつくところからモデルを設定して計算なり解析なりを行って、現実のデータと比較してみます。結果をうまく説明できた場合は、そのモデル設定が本質を衝いていたということで、一応納得できるわけです。うまくいかなかった場合はまた、始めに戻って考え直す。それを繰り返します。今回の脛骨の問題は、単純な考え方で結構うまく現実を説明できたと考えられます。

医学と物理学とは案外昔から、思わぬところで接点を多く持っている関係だと思われれます。欧米を中心とした諸外国では Medical Physics という分野が広く普及しており、病院では Medical Physicists が多く働いています。福島県立医科大学の医学部でも平成7年度から「医学物理学」という授業科目が開設されました。医学から見た物理学、物理学から見た医学、というのも興味のないところではないでしょうか。今回は骨折を例として書かせていただきました。