

2015年度学術講演会報告

スポーツ疫学

澤田 亨

Epidemiology of Sports

Susumu S. SAWADA

1. はじめに

スポーツ科学の世界に「疫学」が広まりつつある。疫学とは「ヒト集団におけるメカニズムの解明が困難な課題について、とりあえずメカニズムの解明は後回しにして、課題の改善や解決の方法を見出す実践的な学問」である。課題の改善や解決の方法を見出す疫学的研究手法として「ランダム化比較試験」や「コホート研究」が知られている。医学においては古くから、これらの手法が取り入れられている。そして、疫学的研究手法はヒト集団の健康における課題を改善するための科学的根拠(エビデンス)を提供し続けている。例えば、高血圧を改善するための降圧剤は「ランダム化比較試験」によってヒト集団における降圧効果が確認され、個々の高血圧患者に投与されている。そして、メカニズムは不明のままであってもその降圧剤が高血圧患者の予後を改善することが確認されれば、その降圧剤は高血圧を持つヒト集団に投与され、そのヒト集団の課題(将来の心疾患発症や脳卒中発症)が改善されるのである。このように、「メカニズムの解明を待たずに課題を解決していく」という点が疫学の大きな特徴であり、メカニズムがわからない状況でヒト集団を疫病(はやり病・流行病:多くの場合は原因不明の伝染病であった・疫学の名前の由来である)

から守ってきたという歴史を持っている。この疫学がスポーツ疫学としてスポーツ科学の中に深く浸透し、メカニズムの解明を待つことなく「AというトレーニングはBというトレーニングよりどのくらい勝率を上げるのか」といった薬の評価に似た研究手法が導入されてより効果的なトレーニング方法が確立されたり、メカニズムが複雑すぎて今まで手をこまねいていた「スポーツは人間性を向上させるのか」、「スポーツ観戦は人々を幸せにするのか」などといった疑問に対する新たなアプローチが展開されていくことを期待しながら、本稿では疫学の歴史とともに、疫学を知ることの重要性を紹介させていただく。

2. 疫学の歴史

2-1. John Snow (1813-1858)

「コレラ」がどのようなものか全くわからない時代にコレラから人々を救ったことから「疫学の父」と呼ばれているのがJohn Snowである。記録によると1848年にイギリスでコレラが流行し、約50,000人が命を落としている。1866年に再びイギリスでコレラが流行したが、この時の死亡者は約4,000人で、依然多くの人々が亡くなっているが1848年と比較すると死亡者数は10分の1以下に減少している。この間、人類はコレ

ラがどのようなものであるかについては全く理解することができていないにも関わらず、コレラから人々を守る方法が見出されており、コレラによる死亡者を減少させることが可能になっていたのである。当時、最も一般的に受け入れられていたコレラの原因は「瘴気説（しょうきせつ）」であり、これは英国公衆衛生医療顧問であった Thomas Smith が主張した説であった。ヒトが悪臭を吸い込むことによって、それが体管から肺へ行き、肺から血液の中に入って体液を悪化させ、病に至るという説である。しかしながら、麻酔医であった John Snow は、「汚染された水がコレラの原因である」という仮説を立て、その仮説を検証するために患者の分布を注意深く観察する研究（現在ではコホート研究と呼ばれる研究）を実施したのである。この研究は、ロンドンに住む人々に水道を供給していた2つの水道会社の顧客のコレラ死亡率を比較するというものであった。1社はテムズ川（ロンドン市内を流れる川）の人々が多く住む場所の近くを水源としている Southwark 社。もう1社はテムズ川の上流を水源としている Lambeth 社であった。コレラ死亡率は Southwark 社が人口千人当たりの死亡率が5.0であったのに対し、Lambeth 社では0.9と明らかに低い死亡率を示していたのである（表1）。この調査結果から John Snow は自分の仮説が正しいと考え、コレラを予防するためには悪臭を避けるのではなく、コレラにかかった患者に関わった人は念入りに手を洗うこと、一見綺麗に見える水であっても飲用する場合は濾過するか煮沸するなどの方策をとることを推奨したのである。このことを「鬼に金棒」に例えると、疫学研究の結果は「鬼」に相当する。つまり、金棒は持っていないでも「鬼」と

表1. ロンドンの水道会社別にみたコレラによる死亡率

水道会社	人口(1851年)	死亡数	死亡率 (人口千対)
Southwark	167,654	844	5.0
Lambeth	19,133	18	0.9

鬼に金棒



疫学研究の結果

みなさん、(なぜかはわからないのですが)この水道会社の水を飲むとコレラになることがわかりました。だから、この水道会社の水は飲まないようにしましょう!

図1. 鬼に金棒（疫学研究の結果は「鬼」です）

鬼に金棒



疫学研究の結果

メカニズム
研究の成果

みなさん、汚染されていない水を飲んでいけばコレラにならないことがわかりました。汚染されている水にはコレラ菌がいるからです! だから、飲む前に煮沸してコレラ菌を殺してから飲みましょう!

図2. 鬼に金棒（メカニズム研究の結果は「金棒」です）

してヒト集団の多くを救うことが十分可能なのである(図1)。John Snow の考えが多くの人に受け入れられるまでには時間が必要だったが、その考えは徐々に多くの人に受け入れられていったのである。そして、John Snow が水道会社に関する論文を発表してから27年後の1883年に Robert Koch がコレラ菌を発見し、「コレラ」が何のものであったかを人類が知ることになったのである。ここで鬼はメカニズムという「金棒」を持ち、正に「鬼に金棒」となってヒト集団のほとんどを救うことが可能になったのである(図2)。

2-2. 高木兼寛 (1849-1920)

高木兼寛は John Snow を生んだイギリスで医学を学んだ海軍の軍医である。John Snow と同様に「脚気」がどのようなものか全くわからない時代に脚気から人々を救ったことから「日本の疫学の父」と呼ばれている。高木兼寛がイギ

リスから帰国した1880年時点の海軍の脚気の発症率は23%であった。当時、脚気は結核と並ぶ日本における2大国民病であった。高木兼寛は航海中における脚気の罹患率の変化（航海中の船が港に立ち寄るたびに脚気の罹患率が低下する）やイギリスへの留学の経験（イギリスには脚気患者がほとんどいない）から、当時の医学者の多くが信じていた「脚気病原菌説」（コレラ菌をRobert Kochが発見して以降、さまざまな病気が病原菌が原因だと考えられていた）に疑問を持ち、脚気の原因は栄養不足ではないかと考えた。そして、イギリス人のように麦を食べれば脚気は予防可能ではないかとの仮説を立て、1884年に比較試験を実施して仮説を検証したのである。その比較試験とは、航海中に白米中心の食事を272日間提供し続けて、169人が脚気に罹患し、23人が死亡した軍艦「龍驤（りゅうじょう）」と同じ航路を、軍艦「筑波」を使って米麦混合食を提供して航海するという実験を実施したのである。その結果、航海中の脚気患者数は15人、死亡者なしという高木兼寛の仮説を裏付ける結果を得たのである（表2）。そして、その結果を学術誌に発表するとともに米麦混合食を海軍に広めたのである。その結果、翌年（1885年）の海軍における脚気の発症率は0.6%まで低下したのである。高木兼寛の場合もJohn Snowと同様に、予防方法を見出した後にメカニズムが発されたケースである。1910年にGerrit Grijnsが食事中に「抗脚気因子」が存在することを確認し、そして1912年にCasimir Funkが抗脚気因子をビタミンと命名したのである。つまり、脚気とはビタミンB1不足によって引き起こされる疾患であり、精米の過程で米の表面近くに存在していたビタミンB1が取り除かれた白米中心の食事を摂取していると罹患しやすい

疾患だったのである。このことから、現在も自衛隊では全艦、金曜日の夕食は小麦粉を炒めて作った「カレーライス」が提供されているそうである。日本独特の「カレーライス」は実は脚気予防食なのである。

3. 疫学のピットフォール（落とし穴）

疫学の父であるJohn Snowは2つの水道会社の顧客のコレラ死亡率を「比較」し、日本疫学の父である高木兼寛は2つの船の脚気死亡率を「比較」して、当時のヒト集団における課題であったコレラや脚気の予防という課題の改善や解決の方法を見出したのである。そして、現在の医学も2つの治療法や、2つの薬の効果の違いを「比較」して病気を悪化させない、あるいは予防する方法を見出し続けているのである。つまり、疫学的研究手法の本質は単なる「比較」であり、疫学的研究手法は一見簡単そうに見える。しなしながらModern Epidemiology（邦題：ロスマンの疫学—科学的思考への誘い—）の著者であるKenneth J. Rothmanは著書のなかでこう述べている。「この見かけに惑わされ、常識を当てはめれば誰でも疫学をマスターできると思ってしまう人がいる。その見方は正しい一面もあるが、とはいえ簡単に考え過ぎである。疫学で必要とされるような常識は、疫学の概念や手法に関する訓練なくしては身に付かないのである。」つまり、疫学の概念や手法に関する訓練（授業等）を受けていなければヒト集団における課題の改善や解決の方法を「適切に」見出すことができない、あるいは、適切でない（正しくない）研究結果を信じてしまう可能性があるのである。

4. 平均への回帰

「平均への回帰」という疫学研究においてよく知られている常識を紹介する。疫学の世界では常識であっても、疫学の訓練を受けていなければ陥りやすいピットフォール（落とし穴）である。

表2. 航海中の食事内容の違いと脚気死亡率

船名	食事	航海日数	乗船者数	脚気患者数	脚気死亡者数
龍驤	白米中心	272	378	169	23
筑波	米麦混合	287	333	15	0

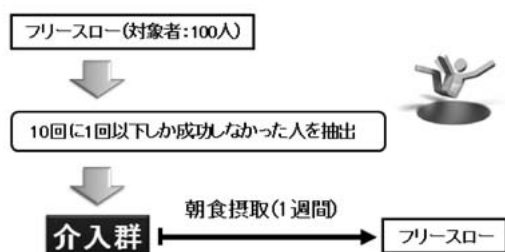


図3. フリースローに及ぼす朝食摂取の効果(研究計画)

「バスケットのフリースローに及ぼす朝食摂取の効果検証」という介入研究を例にして、ピットフォールに落ちてしまった研究計画を紹介する。この研究の仮説は、「朝食摂取がフリースローの成績を向上させる」というものであったとする。この仮説を検証するために、100人の生徒に授業でフリースローをしてもらう。そして、10回に1回だけか、あるいは、全く入らなかった生徒をあつめて「介入群」を設定する。そして、この介入群に対して1週間朝食をちゃんと食べる介入指導をする。そして、朝食摂取がフリースローに及ぼす影響を評価するために、1週間後に再びフリースローを実施する(図3)。

この研究の結果は、高い確率で1週間後の成功率は初回より高くなると考えられる。そうすると、この落とし穴に落ちている研究計画を作成した疫学の常識を簡単に考え過ぎている研究者は、研究仮説どおり朝食摂取がフリースローの成績を向上させたと結論付けるかも知れない。この研究方法だと、どのような介入をしても、あるいは、全く介入しなくても2度目のフリースローの成功率が高まる可能性が高いのである。つまり、1回目のフリースローにおいて「10回に1回しか成功しなかった群」の中には、本当にフリースローが苦手な人と、(本当はそこそこ上手なのに)その時たまたまフリースローが成功しなかった人が含まれており、1週間後のフリースロー(2回目のフリースロー)では本当はそこそこ上手な人の何人かは何本かフリースローを成功させる可能性が高いのである。そのため、1回目に「10回に1回しか成功しなかった群」の平均値が2回目のフリースローに

おいては全体の平均値に近づく(全体の平均値に回帰する=戻って行く)のである。逆のケースとして、1回目に「10回とも成功した群」に1週間朝食をちゃんと食べる介入指導をした場合を考えてみるとよく理解できるかも知れない。「10回とも成功した群」には本当にフリースローが上手な人と(本当はそうでもないのに)その時たまたま成功した人が含まれており、2回目のフリースローにおいては1回目にたまたま成功した人が数本外してしまい、2回目の結果は1回目(成功率100%)と比較すると全体の平均値に近づいて行く(100%より低い値に戻っていく)可能性が高いのである。

4. おわりに

本稿では疫学の歴史と、疫学研究においてよく知られている常識である「平均への回帰(regression to the mean)」を紹介した。

ヒト集団を対象にした「比較」研究をする場合や、その結果を解釈する場合に必要なとされる常識の代表例としては、平均への回帰だけでなく「因果の逆転(reverse of causation)」や、「選択バイアス(selection bias)」、「交絡因子(confounding factor)」などといった、名前がつけられた有名なピットフォールが数多く存在している。スポーツ科学における研究の現場では、ヒト集団を比較するという研究が数多く実施されているのではないだろうか。これらの研究を適切に実施する、あるいは適切に解釈するためにはスポーツ疫学の常識を学習することが重要だと思われる。「簡単に考え過ぎ」てはいけないのである。

引用文献・参考図書

- 1) John Snow. On the mode of communication of cholera: 1855
- 2) 吉村昭：白い航跡(上下). 講談社, 2009
- 3) Kenneth J. Rothman: Epidemiology; An Introduction. Oxford University Press, 2002. (翻訳: 矢野栄二、橋本英樹): ロスマンの疫学 科学的思考への誘い. 篠原出版新社, 2004