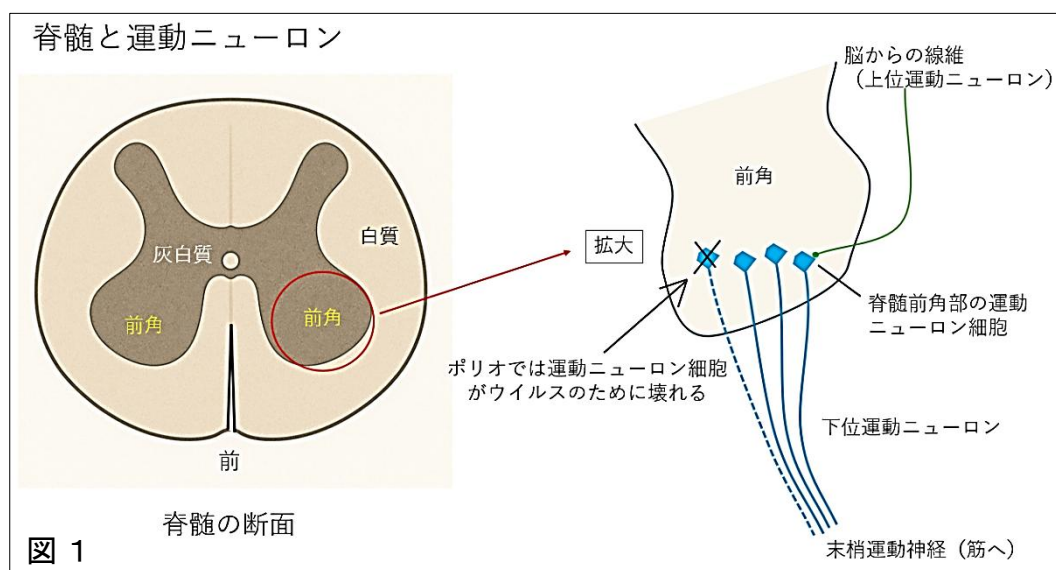


ポリオとは？

神戸市立医療センター中央市民病院 幸原伸夫

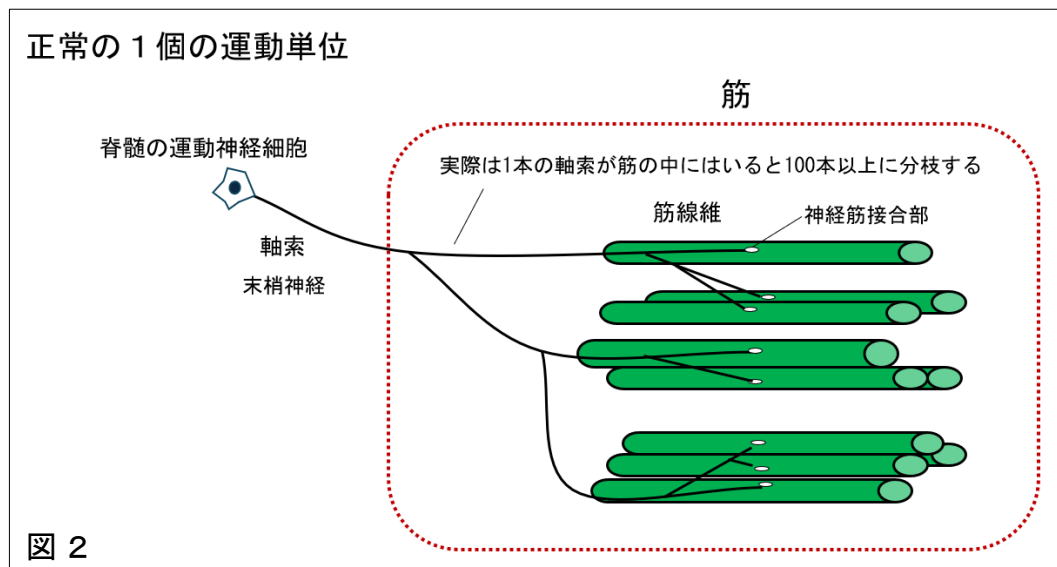
ポリオと脊髄運動ニューロン

ポリオは英語の acute poliomyelitis（急性灰白髄炎）を短くしたものです。以前は小児麻痺と呼ばれていましたが、脳性麻痺（出生時に低酸素などで脳の障害を生じた病気）との混同を避けるため、現在は「ポリオ（急性灰白髄炎）」が正式な病名になっています。



脊髄には中心部にHのような形をした、神経細胞があつまった灰白質（灰白髄）とそれを取り囲み神経線維が上下に走っている白質といわれる部分があります（図1）。この灰白質の前方（前角）の部分には運動ニューロンがあり、ここから伸びた線維が末梢の運動神経となり、手足の筋肉に到達し筋の収縮を引き起こします。なお、この前角部にある運動ニューロン（下位運動ニューロン）はこれだけでは筋肉を動かすことができません。脳から下降してくる多数の運動ニューロン（上位運動ニューロン）軸索が脊髄前角部の下位運動ニューロンの細胞体に接続（シナプス）し、脳からの指令を下位運動ニューロンに伝え、この指令が軸索を伝わって筋に伝わり運動をコントロールします。運動ニューロンは上下二段構えになっているわけです。上位運動ニューロンの線維は白質を通過して下位運動ニューロンのある前角に到達します。

筋の麻痺には2つの種類があり、一つは上位運動ニューロンが障害されるもので、例えば脳卒中で脳が壊れたときには麻痺を生じますが、これは上位運動ニューロンの障害によるもので、脳からの指令が脊髄に届かないことによる麻痺です。もう一つは脊髄の運動ニューロン細胞や末梢神経が障害されたことによる下位運動ニューロンの障害です。ポリオやポリオと症状が似ているギランバレー症候群はこの下位運動ニューロンの障害によるものです。上位運動ニューロンの障害

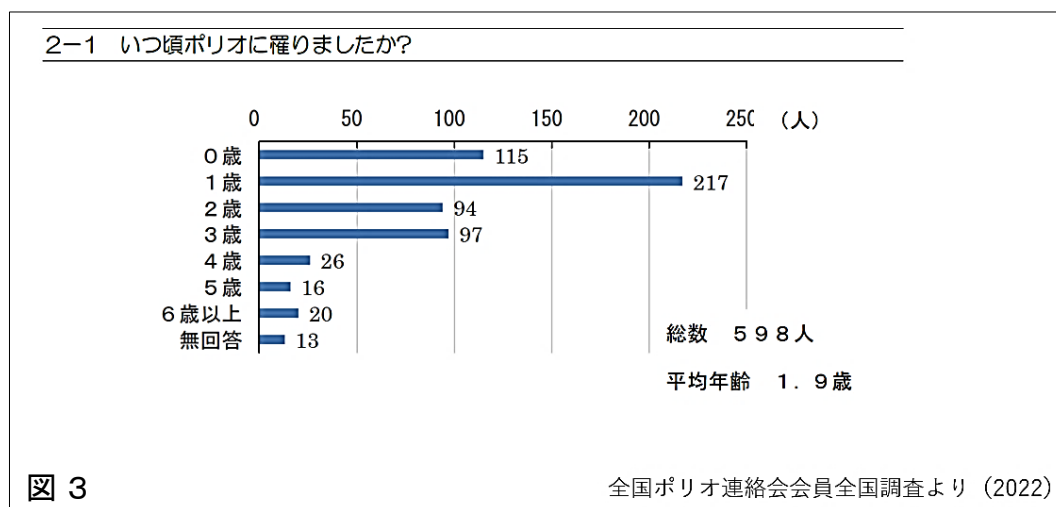


では麻痺はあっても筋はほとんど萎縮しませんが、下位運動ニューロンが障害されると筋の萎縮を起こします。もう少し詳しく述べると、脊髄前角部にある運動ニューロンはそれぞれが1本の長い突起を出します（図2）。これを軸索と呼びますが、これが伸びて筋肉まで入り込んでいきます。そして筋肉の中で1本の軸索が手足であれば100本以上に分岐して細い軸索となり、それぞれが1本の筋線維と神経接合部というところで結びつきます。厳密にはわずかの隙間があって、アセチルコリンという神経伝達物質が神経末端から筋の方に放出され、それが筋線維に達することで神経と筋の伝達が行われ、筋線維が収縮します。したがって1つの脊髄運動ニューロンが活動电位という信号を送ると、軸索の末端まで伝わり100本ほどの筋線維が同時に収縮することになります。この1個の脊髄運動ニューロンと対応する筋のまとまりを「運動単位」と名付けています（図2）。1つの筋にはこの運動単位が100個から200個程度あります。筋の力のコントロールは活動している運動単位の数次第を増やすことによって行われます（たとえば弱い力しか必要ないときは100個のうち10個が活動し、強い力を出すときには70個が活動する）。ポリオは脊髄灰白質にあるこの運動ニューロンがウイルスにより壊され、運動単位が消失する病気です。

急性期のポリオ

「ポリオ polio」の語源はギリシャ語の pelios といわれ、これは青ないし灰色を示します。脊髄の灰白質（断面が灰色にみえます）にある運動ニューロンがウイルスにより破壊され麻痺を生じることからポリオ（急性灰白髄炎）と命名されました。ポリオウイルスはエンテロウイルスという腸管で増殖するウイルスの仲間です。そのため糞便中に排泄されたウイルスが人の手を介して体内に侵入し、小腸や咽頭部で増殖して血液内に入り込みます。ただほとんどの場合は頭痛・発熱といった風邪のような軽い症状で終わり、血管から中枢神経の中にまで入るこ

とができません（血液脳関門という関所のような構造があるためです）。感染した人のうちの 500 人から 2000 人に一人（0.05%～0.2%）が不幸にも脳脊髄の中までウイルスが侵入して、前角部の運動ニューロンを破壊し炎症を起こし、急性の弛緩性麻痺（筋の緊張がなくなる麻痺）を生じます。感染から発症までの平均潜伏期間は 15 日前後です。ウイルスのタイプ（1、2、3 型）での強弱もありますが、おそらく個々人の免疫能の違いや解剖学的な理由によって、ウイルスを受け入れやすかった人が発症してしまったのだと思われます。日本での発症者のほとんどは 5 歳以下で、全国ポリオ会連絡会のアンケート調査でも 90%以上が 3 歳以下（平均 1.9 歳）でした（図 3）。なぜ幼小児に多いのか、なぜ大人は罹らな



いのか、ということが不思議ですが、次のように考えられています。ポリオは経口感染で、しかもヒトからしか感染しません。日本では明治のころから流行が生じていますが、このころの衛生状態は今と全く異なり、糞便から手を介して容易に他の人に感染したものだと思われます。コロナやインフルエンザの流行の時に「手洗いが大切」と聞かれたと思いますが、当時はまだ水洗便所はなく、手もおそらく余りよく洗うこともできない環境でした。しかも都市や炭鉱町など人口密度の高いところに住んでいた人が多かったために、多くの人が幼小児期にポリオウイルスに曝露され、感染したと考えられます。ただし大多数の人は風邪の様な症状だけで終わり、しかも 1 度感染すると終生免疫が出来ますので、その後たとえウイルスが咽頭や腸に侵入してきても、免疫で防御され感染することはありません。従って幼小児期を過ぎた人の多くはすでに免疫を持っていることになります。この結果、まだ免疫を持っていない幼小児にのみウイルスが感染し、そのうちの 0.2%以下の人がポリオによる麻痺を発症することになったのだと考えられます。

ポリオウイルスは脊髄や脳幹（脊髄の上の部分で脳との境にある部分で、顔面やのどへ行く神経や呼吸や嚥下の中枢がある）のいろいろな部分に感染します。ただし後遺症からみると（図 4）下肢の症状が多く、上肢に障害を残した方は少

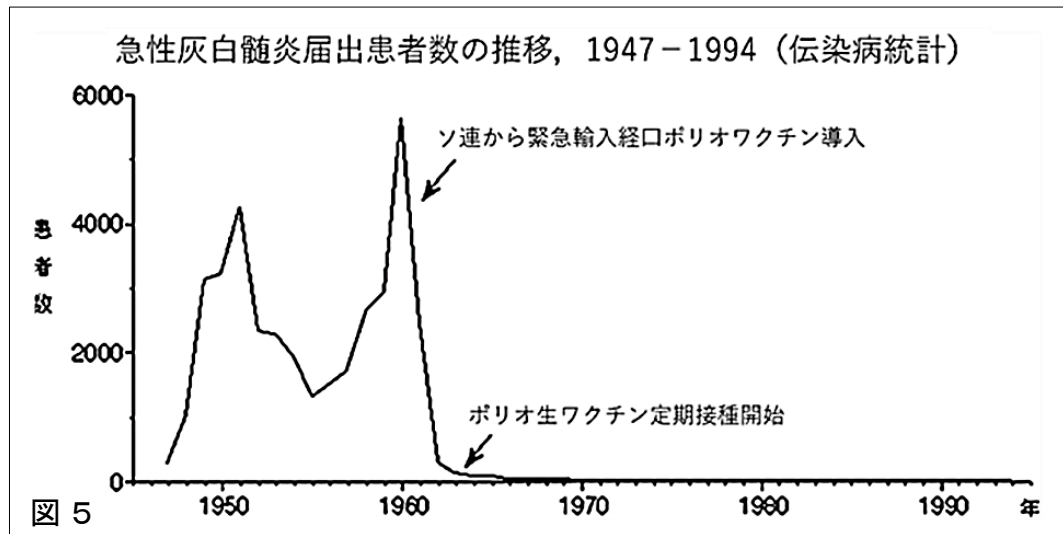


ないことから、下肢へいく運動ニューロンのある腰髄部が最も障害されやすいと考えられます。障害には左右差があるのが普通です。軽度の障害から重症まで症状に個人差が大きいのも特徴です。脳幹に障害が強い人は呼吸や嚥下が障害されます。現在のような人工呼吸器がまだ無かった当時は、一部で「鉄の肺」という体全体を箱で包み込んで箱の中の空気量を減らし陰圧とし肺を広げる装置が用いられました。このような努力にもかかわらず麻痺を発症した患者さんの 10% 前後が亡くなりました。ポリオがどうして運動神経のみ障害するのか、どうして下肢に多いのかは未だに解決されていない問題です。発症当初は高度の麻痺で動けなかった人がその後かなり回復することが多いのもポリオの特徴で、そのことについては後に解説します。

日本におけるポリオの歴史

ポリオは古代エジプトの石碑に描かれた姿から、先史時代より散発的に存在していたと考えられていますが、1900 年頃にヨーロッパや米国で大規模な流行が起こった頃から注目されるようになりました。当初は原因として中毒や細菌が疑われていましたが、1908 年オーストリアのランドシュタイナー（血液型を発見した人でもあります）によりウイルスが分離され、1981 年になりゲノム（遺伝子情報）が同定され、RNA ウイルスであることがわかりました。

日本でも 1910 年頃に京都、岡山、東京、熊本、新潟、小倉などから報告が相次ぎました。当時は病名がまだ統一されていなくて、脊髄性小児マヒ、急性脊髄灰白質炎、流行性脊髄灰白質炎、Heine-Medin 病などと呼ばれていました。1940 年頃に全国各地で地域的な流行があったようですが、全国的な患者数の統計はありません。毎年全国で数千人の子どもたちが急性灰白髄炎（ポリオのこと）に罹患していることが明らかになるのは、戦後に伝染病統計が整備されてからです（図 5）。



1959年から1961年にかけて北海道や北九州の炭鉱町を中心に全国で患者さんが急増しました。当時の社会状況を考えると、人口密度が高く、子だくさんの環境の中で容易にウイルス感染が広がったためと考えられています。経済成長に伴い採炭量が急増していたということとも密接に関連しています。この時マスコミ（とくにNHKラジオ）が積極的にポリオ感染を報じたこともあり大きな社会問題になりました。当時米国ではすでにワクチンが開発されていたのですが、まだ日本には試験的にしか輸入されていませんでした。国産品の開発も進められましたが品質に問題があり、使用できる状況ではありませんでした。すでに米国やソ連（ロシア）、カナダではワクチンによる大きな成果が報告されていましたが、日本では検定と認可に時間がかかり、またワクチン製造に余裕のあったソ連とは冷戦状態にあったという政治的理由もあり、ワクチン接種がほとんど進みませんでした。しかし全国の子どもを守ろうとする母親たちを中心とする社会運動の結果、1961年にソ連とカナダからの生ワクチンの超法規的な導入が当時の古井厚生大臣によって決断されました。「（専門家の立場からは十分な検証を経てからでないと認可できないという意見のあるのは了解しているが決断の）責任はすべて私にある。平常時においては守らなければならない一線をこえて最低限度の安全検査のうえ希望する対象者に対して十分に供給できるように非常対策を行おうとするからである。・・・各人の貴重な生命を守るためである。そして相協力して、この凶悪な敵を制圧したいものと思う。」この結果、1961年7月から8月にかけて生後3ヶ月から5歳のすべての子どもたちに、1963年までには12歳までの小児全員に生ワクチンを接種し、ほぼポリオの新規発症は無くなりました（1980年以後野生株での発生はありません）。ポリオに罹患された皆さんは残念ながらこのワクチンの恩恵に間に合わなかった、あるいは生ワクチンによる発症と考えられます。ポリオワクチンには生ワクチンと不活化ワクチンがあり、生ワクチンは弱毒化したウイルスで、宿主の状態によっては発症の危険がゼロとは言えません（実際毎年少数の方が発症しました）が、100%に近い強力な予防効果がありま

した。不活化ワクチン（感染性をなくしたもの）の効果は生ワクチンに比べ開発当時は発症予防の点ではかなり劣っていました。その後、ワクチンの改良が進み、2012 年からは日本でも完全に不活化ワクチンに代わりました。WHO の努力もあり世界的にもワクチンが普及し、ポリオの発症はわずかになってきていますが、悲しいことにガザ地区やパキスタン、アフガニスタンなど紛争地域ではワクチンが届かず、現在でも子どもたちにポリオが発生し続けています。戦争はすべてを壊します。そしてこれらの地域から日本に新たにウイルスが持ち込まれる可能性もあります。地球上からポリオが完全に無くなるまでポリオワクチンの接種は続ける必要があります。

ポリオの症状と回復過程

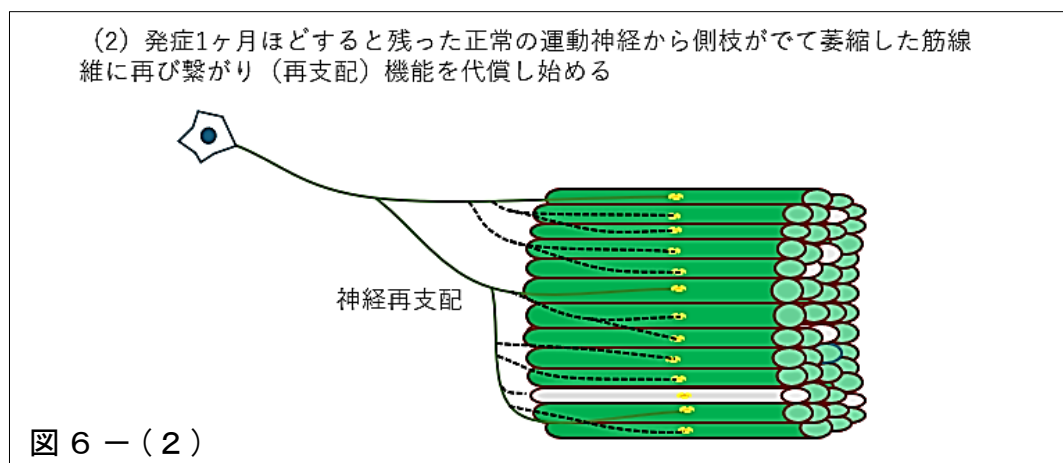
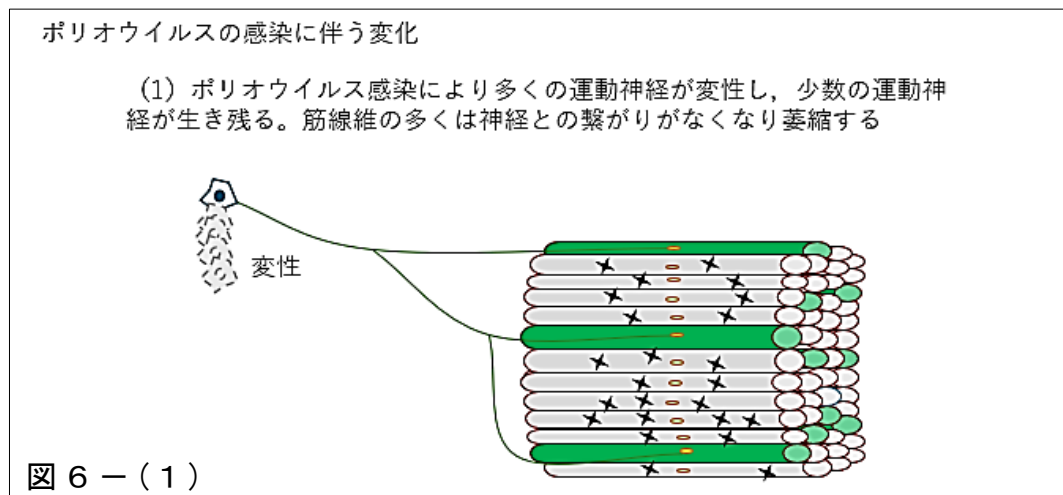
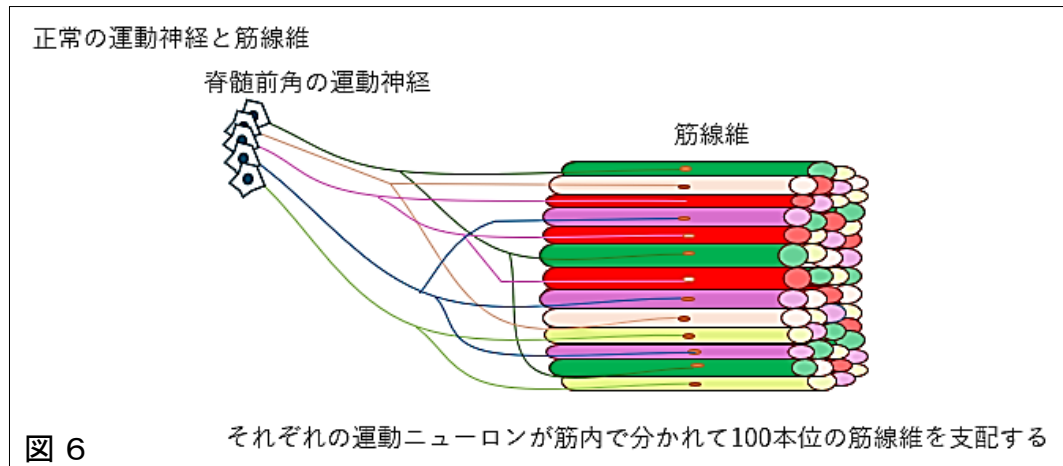
ポリオの急性期には頭痛や発熱に続いて、四肢や体幹などの筋が急速に麻痺に陥ります。熱が下がったのに下肢を動かさない、手を動かさない、起き上がれないといった症状で、「おかしい」と気づかれ何人かの医師に診てもらい「ポリオだろう」と診断された方が多かったようです。発症後には、マッサージやリハビリ、電気刺激、ガラントミンの脊髄腔内注射（当時は有効と考えられていた）などの治療が行われました。そうして発症後 1 年ほどである程度麻痺が改善します。また、成長過程に合わせた装具の工夫や症状軽減のための整形外科的手術なども行われました。児童福祉法のもと 1950 年代から肢体不自由の子どもたちのための医療、リハビリ、教育のために、整肢園あるいは整肢療養園が各地に作られました。このような医師、家族の努力と施設の整備などによって、全く歩けなかった子どもたちが杖をつきながらも歩くことができ学校生活や社会生活に戻れるようになった例も多いことが、「ポリオの軌跡」を読むとよくわかります。症状軽減のための様々な治療や装具などの工夫が行われてきたこと、発症してから成長期にかけての症状の変化、少しずつ障害者を受け入れられるようになってきた日本の社会のことなども、「ポリオの軌跡」には具体的な形で示されています。

ポリオにおける運動ニューロンの変性と再生について

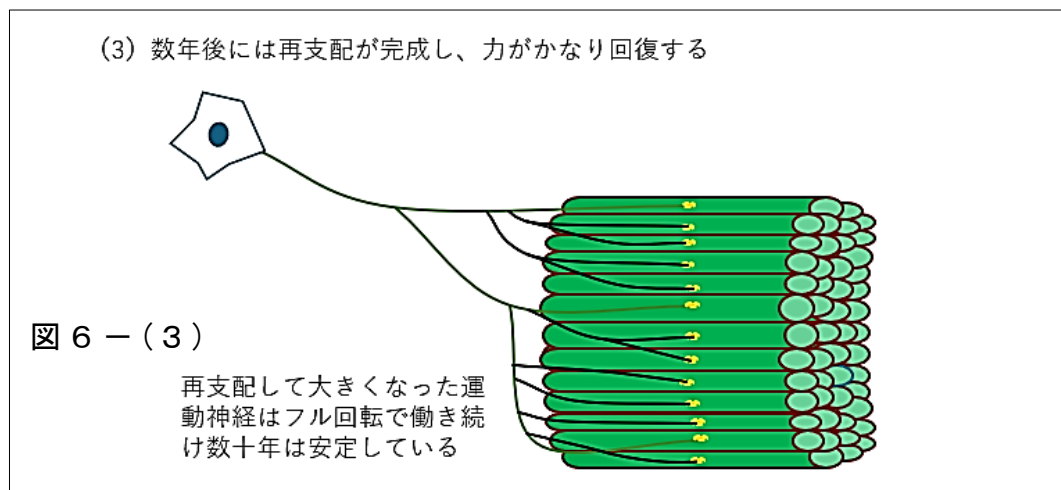
ポリオウイルスが脊髄運動ニューロンに感染すると、ニューロンそのものが破壊され死滅します。ニューロンが無くなった場合、残念ながら中枢神経は再生することはありません。1 つの筋へ行く 100 個くらいの運動ニューロンの細胞は脊髄前角の同じ場所にまとまって存在しており、隣り合った筋へ行く神経細胞もすぐ傍にあります。したがって脊髄のある部分でウイルスが増殖し神経細胞が壊れると、近接する多くの筋が障害されます。例えば右下肢に向かう神経は腰髄の右側にありますので、その部分でウイルスが増殖すると右下肢の一部が障害されます。障害が強いと下肢全体に麻痺を生じます。前角は左右に分かれていますので、右にはウイルスによる破壊が強いが左は軽い、といった左右差が生じます。ここで大切なことは、1 つの筋にむかう運動神経細胞が 100 個あるとすると、ポリオ感染ですべてが破壊される場合はほとんどなく、多くの場合いくらかの細胞は生き残ることです。この生き残った細胞がどのくらいあるかによって、その後の麻

痺の回復が大きく異なってきます。生き残った細胞が1個であればほとんど完全な麻痺となり、50個なら正常と変わらない程度まで回復します。

図6は変性と再生を模式的に示したものです。正常では1つの運動ニューロンが神経軸索（末梢神経）を筋の中へ送り、それが筋の中で枝分かれして100本くらいの筋線維と結びつきます（これを「支配する」といいます）。図6－（1）で



は 5 個の運動ニューロン、運動単位が描かれていますが、実際には 1 つの筋に 100 個くらいの運動ニューロンが軸索を送っています。この運動ニューロンがポリオウイルスによって破壊されるとどうなるでしょうか。例えば図の 5 個の運動ニューロンのうち 4 個が障害されると、残った 1 個の運動神経が支配している筋線維（図では緑色）のみが残り、他の筋線維は萎縮していきます。筋線維は神経からいろいろな栄養因子などを受け取っていますので、神経の支配が断たれると萎縮してしまうのです。このためポリオの発症後には $1/5$ の力しか入らなくなり強い麻痺が生じます。しかし、1 ヶ月もすると生き残った 1 本の神経の途中から側枝と呼ばれる枝が出て、近くの萎縮した筋線維と繋がり始めます（「再支配」といいます）図 6 - (2)。この健常運動ニューロンの再支配能力は強く、1 つの運動単位が正常の 10 倍以上の筋線維を再支配することも稀ではありません。すなわち正常だと 1 本の運動ニューロン軸索が 100 本の筋線維を支配していますが、ポリオ後には 1000 本の筋線維を再支配するようになります。このことによりほとんど動かなかった筋肉が少しずつ動くようになります。これを残存運動ニューロンによる「機能代償」と言います。障害の程度が比較的軽かった筋では 1 年くらいの間にほぼ 100% の筋線維が健常な運動ニューロン側枝からの再支配を受け機能代償され麻痺が完全に回復します（このことはポストポリオ症候群を考える上で大切な点です）。障害がより強く、残存神経がわずかな場合には、代償が不完全で麻痺と筋萎縮が後遺症として残ります。この再支配能力、新しい分枝の再生能力は、若年であるほど強いと考えられています。ポリオの発症はほとんどが幼小児期ですので、再生能が強く、回復しやすい条件であったと思われます。この再支配が終了すると、後遺症があるものの比較的安定した状態となります図 6 - (3)。ただし、患者さんはこれから 20 歳くらいまではどんどん成長



していきます。筋が萎縮し運動量が少ないと骨の成長にも影響しますので、患側の下肢が短く、成長するにしたがって歩行が不安定になったり、アキレス腱が短縮したりします。体幹筋の障害があると左右差のために側弯を生じます。これらの成長過程で起こるいろいろな問題に対しても、その時代の医学水準の中で手術

や装具などでの種々の治療が試みられていたことが、「ポリオの軌跡」を読むとよくわかります。そうして成長期を過ぎると障害はあるものの安定した状態となります。次項ではこの安定した状態が加齢と共にどのように変化するか、ポストポリオ症候群の原因について説明します

【参考文献】

小児マヒ 川喜田愛郎 編，岩波新書，1961

平山 満 近年日本におけるポリオ流行の疫学的考察，生活衛生 5， 179-182， 1961

医学がヒーローであった頃：ポリオとの闘いにみるアメリカと日本 小野啓郎，大阪大学出版会，2008

Mehndiratta et al. Poliomyelitis: Historical Facts, Epidemiology, and Current Challenges in Eradication: The Neurohospitalist 2014, Vol. 4, 223-229

谷口清州 ワクチンで予防可能な神経感染症，NEUROINFECTION:27: 111，2022

ポリオ（詳細版）国立健康危機管理研究機構 感染症情報提供サイト
<https://id-info.jihs.go.jp/diseases/ha/polio/010/index.html>

『ポリオの軌跡 ポリオ罹患者はいかに生きたか』全国ポリオ会連絡会，2025