



放射線療法のひとつ「重粒子線がん治療」は、体の深いところにあるがん病巣を狙い撃つ



がんの放射線療法と言えば、誰もがエックス線やガンマ線を思い浮かべる。しかしもう一つ、「重粒子線」によるがん治療があるのをご存じだろうか。エックス線やガンマ線が、体の表面近くでそのエネルギーが最大になるのに対し、重粒子線は体の奥でエネルギーのピークを迎える。ゆえに、まわりの正常な細胞のダメージを最小限に抑えつつ、がん病巣をピンポイントで狙い撃ちできる。この重粒子線治療で国内一の治療患者数を誇るのが、佐賀県鳥栖市にある九州国際重粒子線がん治療センター（愛称サガハイマツト）だ。小児がんの「神経芽腫」の世界的権威でもある中川原財団理事長に、がん治療最前線のお話を聞いた。

●プロフィール なかがわら あきら
1947年佐賀県生まれ。72年九州大学医学部卒業後、一般外科及び小児外科を専攻。80年ロックフェラー大学留学。14年間、外科・小児外科の臨床をした後、90年米国へ再留学（ワシントン大学、ペンシルベニア大学）し、小児がんの遺伝子ゲノム研究を行った。95年に帰国し、千葉県がんセンター研究所に赴任。その後、千葉県がんセンター長、佐賀県医療センター好生館・理事長を経て、2015年より佐賀国際重粒子線がん治療財団・理事長。現在に至る。

佐賀国際重粒子線がん治療財団
理事長 中川原 章氏

■周囲のダメージを最低限に抑えがん病巣を集中的に照射する
——「重粒子線がん治療」とは何ですか。エックス線やガンマ線と同じ放射線のひとつで、照射してがん治療に用いられるものなのでしょうか。

初めて聞く人が少なくないと思いますが、重粒子線がん治療は放射線療法のひとつです。がんの治療法には大きく分けて4つあります。一般的に行われているのが抗がん剤治療。これは化学療法と言い、お薬を使ってがんを治す。次に外科療法。手術でしこりになったがんを取り去ります。この2つが主流で、その次に

放射線療法があります。これはエックス線やガンマ線を照射してがん細胞を殺してしまうもので古くから行われていますが、最近はその中身が変わってきました。

一番新しい治療法が免疫療法です。免疫療法というのは、ワクチンにより免疫力を高めてがんへの抵抗力を強くするものですが、実はそんなに新しいものではありません。結核のBCGワクチン療法などがそれに当たり、1980年代に大規模な臨床試験が行われましたが、その結果、ほとんど効果がないという結論に至りました。

その常識を打ち砕いたのが、本庶

佑先生が発見し開発したがん治療薬「オブジーボ」で、2018年のノーベル生理学・医学賞を受賞しました。新しいメカニズムが分かったことで、ここからがんの免疫療法は急速に発展しました。

さて「重粒子線治療」というのは、3番目に言った放射線療法のひとつです。放射線治療の歴史は長く、戦後になってとても進歩しました。光子線の分類に入るエックス線、ガンマ線がこれまで主流でしたが、もうひとつの粒子線の中に非常に治療効果の期待できるものがあった。それが重粒子線です。

放射線治療で使用されるエックス線やガンマ線は、がん病巣に対して体外から照射すると、体の表面近くで放射線量が最大となり、それ以降は次第に減衰していくので、体の深いところにあるがん病巣に十分なダメージを与えることはできません。また、がん病巣に至る過程でそれ以外の正常細胞にダメージを与えてしまいます。

これに対して重粒子線は、体の表面では放射線量が弱く、体のある一定の深さにあるがん病巣のところで放射線量がピークになる特性（ブラック・ピーク）を有しています。このため、がん病巣をピンポイントで狙い撃ちすることができ、正常細胞へのダメージ（＝副作用）を最小限に抑えることができるのです。

サガハイマツトは治療施設でありながらひとつの化学プラントのような巨大な装置を内蔵している。重粒子線のもとになる炭素イオンは、イオン源と呼ばれる装置でメタンガスから作り出される。この炭素イオンをまず線形加速器で光の速さの約9%まで加速。さらに、直径20mのシンクロトロンで光の速さの約70%まで加速し、治療に必要なエネルギーまで高めて治療室へ送り、患者のがん病巣へと照射する。

ピークがポツと高くなったところ、そのエネルギーで1個1個のがん細胞の核にあるDNAをズズズに切っていきます。それでがんが死んでいく。従来のエックス線、ガンマ線でもやはりDNAが切られ、がんが死んでいくけれど、遺伝の形質を伝えるDNAというのは頑丈な二重螺旋構造になっていて、一旦死んだようにみえても簡単に修繕されてしまうのです。

ところが、重粒子でズズズに切ってしまうと、傷が深すぎて修復できずがん細胞は死にます。臨床的に言うと、ふつうのエックス線治療ではがんを殺したつもりが、実は結構生き残っている。だから40回とか50回とか、何回も繰り返し照射しなければなりません。重粒子線の場合は回数が非常に少なく済みす。

その代表が前立腺がん。従来のエックス線治療では30回以上、場合によっては40回かけねばなりません。重粒子線の場合は12回照射して治療は終了します。週に4日来てもらえば3週間で治療が終わります。加えて重粒子線の場合、痛みや熱さは全く感じません。治療時間は入室から退室まで30分程度と、治療時間が短い。さらに通院治療ですむなど、高齢で体力に不安のある人にも向いています。まさに理想的ながん治療法と言えると思います。

■神経芽腫の自然治癒に魅せられ小児がん撲滅をライフワークに——重粒子線がんの治療施設は全国にいくつありますか。九州はサガハイマツトだけと聞いていますが、地域のがん治療に果たす役割は。

日本で一番最初にできたのが千葉の放医研（旧放射線医学総合研究所病院、現QST病院）で、1994年に臨床試験を開始しました。そのあと、兵庫県たつの市、群馬大学にでき、サガハイマツトは4番目。2013年5月、九州の経済界・医療界・大学・行政からなる産学官共同のプロジェクトとして開設されました。民間主体としては日本初の重粒子線がん治療施設になります。その後、神奈川、大阪、山形大学とできたので現在は

国内に7カ所。なかでも当施設は累計治療患者数が一番多く、2021年10月末日までの累計治療患者数は6350名を数えます。

サガハイマツトは九州新幹線の新鳥栖駅前に立地することもある。患者さんは九州全域と山口県から来られます。開設当初から九州中の大学病院、地域の基幹病院、各都道府県の医師会などと広域医療連携を構築したこともあり、すこぶる順調に治療実績を伸ばしてきました。

かくいう僕も、生まれは地元鳥栖です。高校から福岡へ行き、九州大学医学部に進みました。親父がたまたま歯科医でしたが、小学6年生のときに胃がんで早く亡くなりました。大きなショックを受け、父のあだを討つために医者を目指したと言ってもいいですね。もうひとつ、2歳で感染症のポリオにかかり、治療に使用したストレプトマイシン中毒でろうあ者になった弟の影響もあります。一般外科、助手、小児外科、講師、助教授と、43歳で渡米するまで九大の外科にお世話になりました。

途中から小児がんの研究に没頭するのですが、そのきっかけとなったのが九州大学医学部最後の臨床講義でした。お腹がパンパンに張った赤ちゃんが、インキュベーターに入って出てきました。恩師の池田恵一教授が、「この赤ちゃんはお腹の中ががんだらけだ。骨髄、肝臓、皮膚と、身体中に転移している。でも治るよ」と言うんです。しっかり呼吸管理さえしていれば、しばらくして治ると。びっくり仰天ですよ。末期がんなのになぜ治るのか。ここから「神経芽腫の自然治癒」に興味を持ち、そのメカニズムの解明と小児がんの撲滅が、僕のライフワー

クになりました。

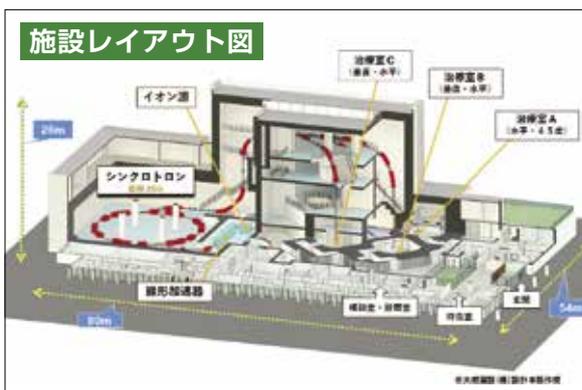
がんが遺伝子の病気だということが分かるようになり、赤ちゃんが自然に治るメカニズムにも遺伝子が絡んでいると考えた中川原氏は、1990年に渡米し小児がんの遺伝子・ゲノム研究を開始した。その半年後に、神経芽腫の自然治癒のカギになる「TRK 遺伝子」を発見し、論文が世界最高峰の医学誌に掲載された。これを機に、ペンシルベニア大学にて小児がん研究の世界的リーダーと机を並べて研究生活に入った。

日本に戻ってきたのが1995年。千葉県がんセンター研究所に赴任し、その後センター長になりましたが、目と鼻の先に重粒子線の開発を始めたばかりの放医研があり、研究員として交流する中で重粒子線との出会いが生まれました。もちろん当時は、四半世紀後に生まれ故郷に戻って重粒子がん治療をやるとは思いもしませんでした。

「量子メス」やマルチイオンなど、進化する技術

——がん患者の生存率は少しずつ上がってきているものの、がんの種類や部位によっては未だ治療が難しい現実があります。重粒子がん治療には今後、どんな可能性が期待できますか。

2015年から財団の運営に携わって改めて感じたことは、「重粒子線がいかにか素晴らしい治療法であるか」ということです。がんをえぐり取るように殺しますね。しかも、まわりの組織にほとんどダメージを与えることなく。僕が若いころの放射線治療は、がん組織を取り除くと同時にまわり



施設レイアウト図



治療室 A

の組織もダメにした。免疫の機能がほとんど動かなくなり、結果、合併症を起こしたりしました。ところが重粒子線がん治療の場合、まわりの免疫機能は正常なんです。これが素晴らしい。

重粒子線がん治療ならではのメリットは、顔や足に骨軟部腫瘍ができた場合を例に挙げると分かりやすいです。顔にできた場合、外科手術をすることで大きく外形が損なわれます。足にできた場合は切断しなければならぬが、重粒子線がん治療にすれば切らずに、しかも痛みや熱さなどを全く感じることなく治すことができます。

体の奥深いところで放射線量がピークに達する重粒子線は、また、治りにくいがんに対しての効果が期待されます。見つかりにくく、10年生存率が6.6%と最も低い膵臓がんにしる、胃や十二指腸といった周囲の消化管を避けつつ大線量を投与できるため、エックス線やガンマ線以上の治療効果が期待できます。

ただし、重粒子線治療はすべてのがんに有効というわけではありません。治療対象となるのは、ひとつの部位に留まっている固形のがんに限られます。白血病のような血液のがん、広範な転移のあるがん、胃がん・大腸

がんなど不規則に動く臓器のがんは治療の対象になりません。

また、公的医療保険の適用部位が限られているのも問題です。保険が適用できるのは、現状では頭頸部がん、骨軟部腫瘍、前立腺がんのみ。これ以外の部位のがん治療に使用した場合は先進医療の扱いとなり、照射回数にかかわらず314万円の治療費が発生します。

こうした制約もありますが、4つのがん治療法の中で、今後伸びしろが一番あるのが重粒子線だと私は考えています。小型で、炭素のみならず酸素・ヘリウムを組み合わせたマルチイオン照射を可能にする「量子メス」の開発も進んでいて、5年後には実用化のメドが立っています。また、重粒子線とほかの治療(抗がん剤、免疫療法)とを組み合わせることで、これまで治療が難しかったがんが治せるようになるかもしれません。

重粒子線の普及を妨げるものがあるとすれば、それは未だに一般的認知度が低いことかもしれません。知ってもらえばその素晴らしさはみな認めるのに、残念なことを知る機会が足りない。サガハイマツでは目下、学会と足並みをそろえて、重粒子線がん治療の全部位保険適用のための活動に全力を注いでいます。