

# 高精度舌癌高線量率組織内照射 ～究極の四次元追跡治療～

大阪歯科大学歯学部 歯科放射線学講座  
講師 秋山 広徳

## 1. はじめに

超高齢社会を迎え、患者負担の少ない癌治療として放射線治療が注目されています。1980年代に高線量率線源を遠隔操作で癌に送り込む装置（Remote After Loading System; RALS）が本邦に導入されました。これにより、従来の低線量率線源を用いた治療の課題であった術者被曝が皆無となりました。我々は、根治的舌癌治療としてRALSを用いた高線量率照射を積極的に行っております。

## 2. 放射線治療で癌を治す

放射線には細胞内のDNA二重鎖を切断する作用があります（図1）。この作用は癌細胞、正常

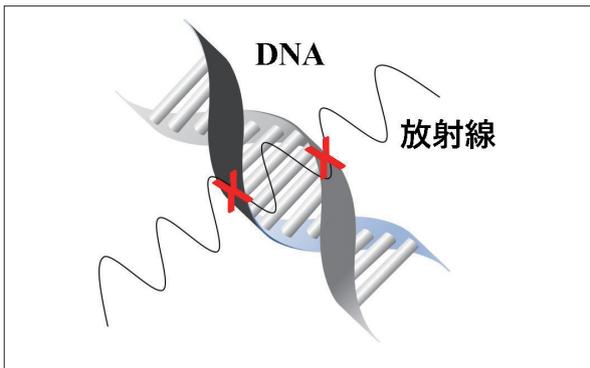


図1 放射線は細胞内のDNA二重鎖を切断します。

細胞ともに生じ、放射線がある一定以上照射されると細胞は死滅します。正常細胞に照射されると、有害反応が生じます。つまり、放射線で癌を治療するには癌細胞のみに放射線を集中的に照射し、正常細胞には照射しないことが重要です。100%の線量集中性があれば有害反応なく、治療可能です。現在普及しつつある強度変調放射線治

療（Intensity Modulated Radiation Therapy; IMRT）や粒子線治療はまさに癌のみに放射線を外部から集中させる技術として開発されました。しかし下顎骨被曝量の問題など、まだ完全な治療法とはいえません<sup>1)</sup>。それに対し、高線量率組織内照射は癌に放射線を出す粒状線源（放射性同位元素；Radioisotope；RI/主にイリジウム）をチューブを介して送り込みます（図2）。これにより、癌のみに線量をより集中させることができます。

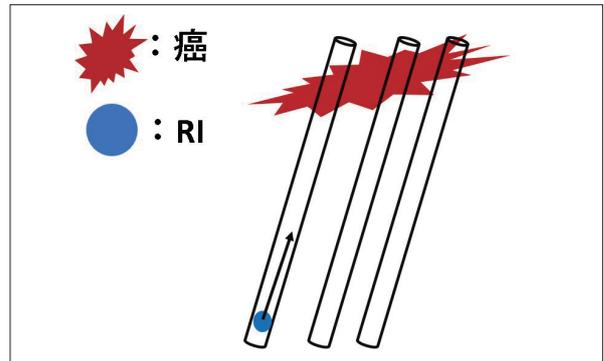


図2 高線量率組織内照射

チューブ内を遠隔操作で放射線を出す物質（RI；放射性同位元素）が移動し、癌内部に送り込まれます。

## 3. 高精度舌癌高線量率組織内照射

高精度に照射するためには的確なチューブ留置と確実な癌への線量投与が重要です。

### 3-1 的確なチューブ留置（図3）

- ①局所麻酔もしくは全身麻酔下で癌に中空の金属針を顎下部から刺入します
- ②中空金属針内にチューブを通します。
- ③金属針を抜去します。

以上でチューブが癌に留置されます。癌の大きさに応じて、この操作を繰り返し、必要本数のチューブを留置します。

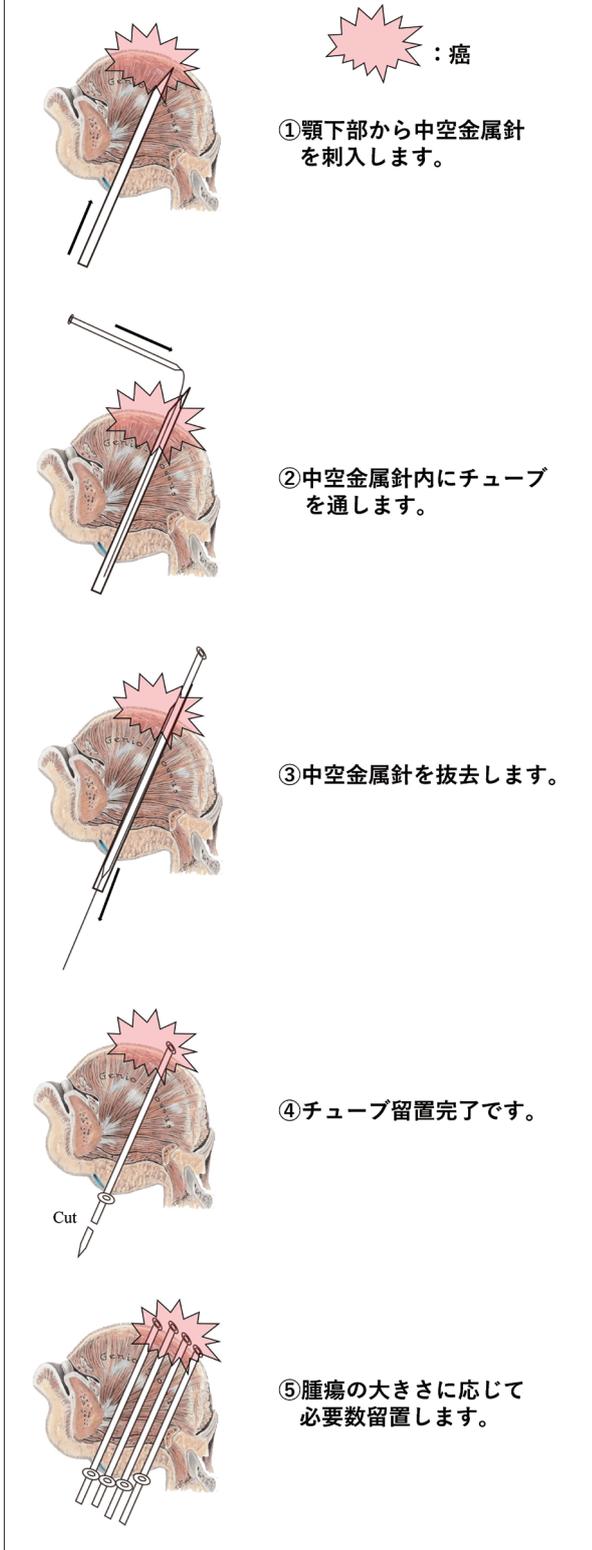


図3 舌癌高線量率組織内照射におけるチューブの留置

的確なチューブの留置には癌の進展範囲の把握が重要となります。そこで留置前の画像診断、視診および触診に加え、癌の粘膜面進展の把握にルゴール染色を利用しています。さらに、術中超音

波画像を撮像することでより的確な留置が可能となります<sup>2)</sup>。(図4)

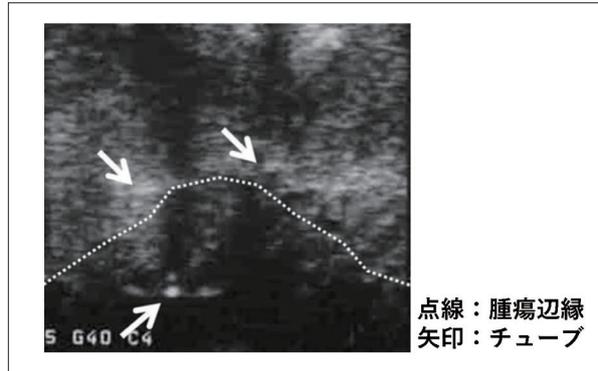


図4 術中超音波画像による癌進展範囲の把握  
癌病巣にチューブが留置されているのがわかります。

### 3-2 確実な癌への線量投与

①チューブ留置後、CTおよびMRIを撮像し、治療計画装置上で、癌および周囲危険臓器（下顎骨や耳下腺、顎下腺）を3次的に描記します(図5)。その際、CTとMRIの融合画像も利用します(図6)<sup>2)</sup>。

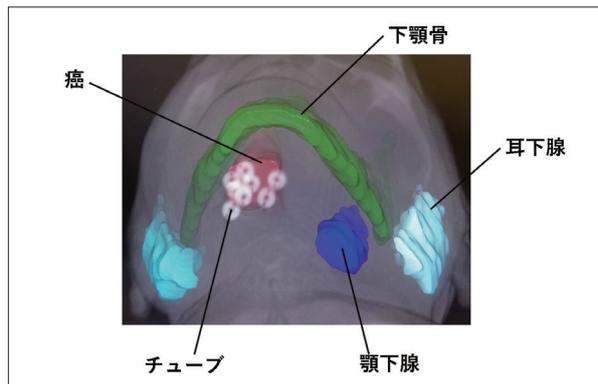


図5

癌および周囲危険臓器（下顎骨や耳下腺、顎下腺）を3次的に描記します。

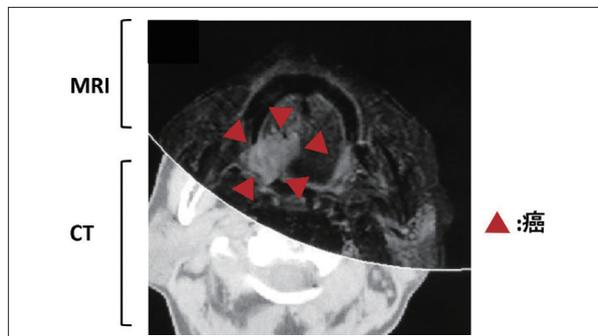


図6

MRIとCTの融合画像により正確な癌進展範囲を把握します。

②癌に必要な線量が投与され、周囲危険臓器が極力被曝しないように調整しながら治療計画を立てます(図7)<sup>3)</sup>。

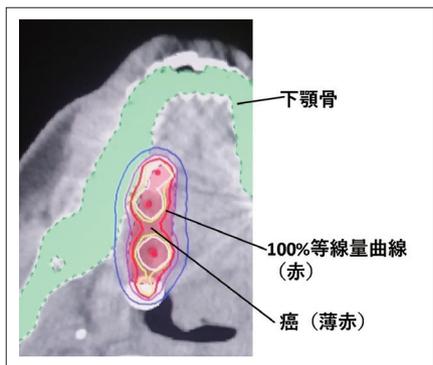


図7  
危険臓器被曝量を極力下げながら、癌に必要線量を投与した線量分布図です。

③線源が格納された治療装置とチューブを連結し、遠隔操作で線源をチューブ内へ送り込みます(図8)。その際、下顎骨被曝量を軽減するため、舌と下顎骨の間に鉛ブロックを挿入します(図9)。

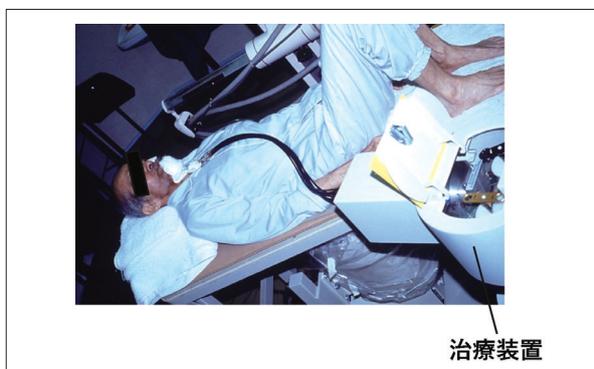


図8 高線量率組織内照射の治療風景

チューブと、線源が格納された治療装置を連結します。遠隔操作で線源がチューブ内を通過し癌病巣に送り込まれます。

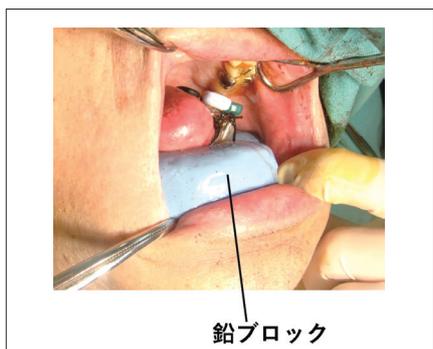


図9  
照射時、下顎骨被曝量を軽減するため、舌と下顎骨の間に鉛ブロックを挿入します。

治療終了後、チューブと治療装置の連結を解除します。この操作を1日2回、約1週間繰り返します。最終回の治療が終了すると、チューブを患者体内から抜去します。

治療に際して、舌が動くことが考えられます。しかし、舌と同調してチューブも動きます。このように高精度舌癌高線量率組織内照射は、3次元的な癌進展範囲の把握に加え、その動きまでも考慮に入れた究極の四次元追跡治療であるといえます。

## 4. おわりに

高精度舌癌高線量率組織内照射は手術と同程度の治療成績をあげています。

我々はさらなる高精度化を目指し、より正確な線量計算が可能な次世代治療計画装置を用いた検討などを積極的にすすめております。これにより、さらなる線量集中性および治療成績向上が実現できます。舌癌に対する重要な治療オプションとして高精度高線量率組織内照射をご考慮いただけましたら幸いです。

## 謝 辞

いつもご指導いただき、また、本稿作成の貴重な機会を与えていただきました歯科放射線学講座清水谷公成教授に深甚なる感謝を申し上げます。さらにいつも支えていただいております、歯科放射線学講座ならびに中央画像検査室の全スタッフに御礼申し上げます。

放射線治療のみならず、全身的な疾患に関して幅広くご教示いただいております、大阪医科大学吉田謙先生をはじめ、大阪医療センター、京都府立医科大学、近畿大学、大阪大学の先生方に心より感謝申し上げます。

## 参考文献

- 1) Akiyama H, Pesznyák C, Béla D, Ferenczi Ö, Major T, Polgár C, Takácsi-Nagy Z. Image guided high-dose-rate brachytherapy versus volumetric modulated arc therapy for head and neck cancer: A comparative analysis of dosimetry for target volume and organs at risk. *Radiol Oncol.* 2018;52(4):461-467
- 2) Yoshida K, Takenaka T, Akiyama H, et al. Three-dimensional image-based high-dose-rate interstitial brachytherapy for mobile tongue cancer. *J Radiat Res.* 2014;55(1):154-61.
- 3) Akiyama H, Major T, Polgár C, Takácsi-Nagy Z. Dose-volume analysis of target volume and critical structures in computed tomography image-based multicatheter high-dose-rate interstitial brachytherapy for head and neck cancer. *J Contemp Brachytherapy.* 2017;9(6):553-560.