

学 位 論 文 題 名

Toxic metal contamination in livestock of Zambia

(ザンビアの家畜における毒性金属汚染)

学位論文内容の要旨

In the past decade, there has been a steady accumulation of toxic metals including Pb and Cd in the African environment. Studies of environmental pollution in Africa indicate that toxic metal pollution has reached unprecedented levels over the past decade. Therefore, human exposure to toxic metals has become a major health risk on the continent and is the subject of increasing attention from national and international environmentalists. In chapter 1, I reviewed the current status of metal pollution in Africa and found that pollution levels in many countries were at critical points, as the levels of toxic metals in water, fish, soils, edible vegetables and food animals exceeded acceptable limits for human consumption.

In chapter 2, I examined metal contamination in cattle from Kabwe, Zambia, and found that cattle reared near the Pb-Zn mine in Kabwe, where Cd was produced as a by-product, accumulated higher concentrations of Pb and Cd than cattle from other towns in Zambia. The Pb-Zn was the likely source of metal pollution and had a negative environmental impact on livestock production in Kabwe and the surrounding regions like Chibombo town. No indications of metal toxicity on the health of cattle were observed but contribution of cattle offal to toxic metal exposure in humans could be significant. Continuous monitoring of Pb and Cd contaminations in offal of cattle in the vicinity of Pb-Zn mines was recommended in the interest of human consumers.

In chapter 3, I found that backyard local breed chickens reared in townships around the Pb-Zn mine in Kabwe accumulate extremely high levels of Pb and Cd compared to commercial broiler chickens. These findings were important as even muscle tissue accumulated concentrations of Pb above the acceptable limits for human consumption. The toxic metal concentrations in chickens were higher than metal concentrations in offal of cattle from Kabwe. These results indicate that offal from backyard chickens in Kabwe presents a much higher health risk to human consumers than cattle offal since the chickens were reared in townships close to the mine. Therefore, there is a clear need to avoid consumption of contaminated offal of free-range chickens in Kabwe as well as restrict backyard chickens from roaming and scavenging for food near the mine.

In chapter 4, I examined metal accumulation in offal of cattle from an agricultural area in Zambia. I observed lower concentrations of toxic metals including Pb and Cd than concentrations in cattle from Kabwe. However, the study revealed potential health risks for humans as accumulations of Ni and Cr were elevated and comparable in concentration to the cattle from Kabwe and higher than reports in other countries. Concentrations of Ni and Cr should be assessed regularly for the health of consumers as these metals are toxic and carcinogenic. Although metal concentration in soils was not determined, the prolonged application of fertilizers and pesticides on commercial farms in the study site could have contributed significantly to metal accumulations in cattle offal.

学位論文審査の要旨

主 査 教 授 梅 村 孝 司
副 査 教 授 石 塚 真由美
副 査 教 授 奥 村 正 裕
副 査 講 師 池 中 良 徳

学 位 論 文 題 名

Toxic metal contamination in livestock of Zambia

(ザンビアの家畜における毒性金属汚染)

アフリカでは環境への鉛やカドミウムなどの毒性金属の蓄積が過去 10 年間に徐々に進行し、毒性金属への暴露がヒトの健康のリスク要因となっている。

第 1 章では、アフリカの金属汚染に関する文献調査により、多くのアフリカ諸国では汚染が危機的水準に達している、すなわち、水、魚、土壌、食用植物および家畜に蓄積した毒性金属量が人の摂取可能なレベルを超えていることが分かった。鉛やカドミウムなどの毒性金属による汚染はアフリカの広範な地域に存在するが、水銀やヒ素の汚染は限られた地域で報告されていた。

第 2 章では、ザンビア共和国の 6 箇所の屠畜場において牛の内臓肉（肝臓と腎臓）を収集し、金属濃度を測定した。その結果、カドミウムを副産物として産出してきた鉛・亜鉛鉱山の近傍で飼育されていた Kabwe 地区と Chibombo 地区の牛には、他地域の牛に比べ、高濃度の鉛とカドミウムが蓄積していることがわかった。これらの地域では牛の健康自体に金属汚染の影響は認められなかったが、内臓肉の汚染を介したヒトの健康への影響が危惧された。また、Kabwe 地区の牛からは高濃度のニッケルとクロムも検出され、人の健康への影響が危惧された。

第 3 章では、Kabwe 地区の鉱山周辺で裏庭養鶏されていた地元鶏に異常な高濃度の鉛とカドミウムが蓄積していることを発見した。これらの鶏では筋肉組織においてさえ、ヒトの摂取許容量を上回る濃度の鉛が蓄積していた。この金属汚染の源もカドミウムを副産物として産出してきた鉛・亜鉛鉱山と考えられた。これらの鶏における金属濃度は牛の内臓肉における金属濃度を上回っており、Kabwe 地区で裏庭養鶏された鶏の内臓肉は牛のそれよりも遙かに人の健康に有害であった。従って、Kabwe 地区で野外飼育された鶏の内臓肉摂取を避けるとともに、同地区の鉱山周辺における鶏の野外飼育を制限すべきであると結論された。

第 4 章では、ザンビア共和国の農業地域で飼育された牛の内臓肉における金属濃度を調査した。これらの地域で飼育された牛の内臓肉中の鉛とカドミウムを含む毒性金属の濃度は Kabwe 地区で飼育された牛のそれよりも低かった。しかし、ニッケルとクロムの蓄積量が Kabwe 地区の牛および諸外国の牛で報告されている値よりも高かった。これらの金属は毒性が強く、発癌性があることから、消費者の健康

を守るため、定期的な検査を行うべきである。この地域の土壌中の金属濃度は測定されていないが、この地域の農場における長期に亘る化学肥料および殺虫剤投与が牛における金属蓄積の原因であると考えられた。しかし、これらの農場の家畜における金属蓄積と農業形態の関係を明らかにするためには、更なる検索が必要である。

ザンビア共和国における重金属汚染状況を明らかにした本研究は、同国のみならず同様の状況下にある他のアフリカ諸国にも大きなインパクトを与え、アフリカ全域の重金属汚染に関する研究を促進すると思われる。よって審査員一同は、上記博士論文提出者 John Yabe 氏が博士（獣医学）の学位を授与されるに十分な資格を有するものと認めた。