VIDUS 19-1-19

ශ්‍රී ලංකාවේ ලෝහ විද්‍යාවේ ඉතිහාසය

රෝස් සෝලංගආරච්චි
පුරා විද්‍යා පශ්චාත් උපාධි ආයතනය
විශ්ව විද්‍යාලය
කැලණිය

අද අපටම කියා ලෝහ තාක්ෂණයක් නැති වුවත් අතීතය, අදට වඩා හාත්පසින්ම වෙනස් විය. පුරා විද්‍යාත්මක පර්යේෂණ වලින් පෙනී ගොස් ඇත්තේ ලක්වැසියා ලෝහ කර්මාන්තය පිළිබඳව මහා නිපුණත්වයක් ලබා සිටි බවයි. අතීතයේ පටන් අද දක්වාම ලෝහ, සෑම ජන කොට්ඨාශයකටම වැදගත් වූ තාක්ෂණික සහ ආර්ථික සම්පතක් විය. පුරාතන ජනාවාස රටාවන් පිළිබඳව කරන අධ්‍යයනයන්හිදී එම ජනතාව සතුවූ පාරිසරික සම්පත් වලට අනුව ඔවුන්ටම ආවේනික වූ තාක්ෂණික ක්‍රම තිබුණු බව පැහැදිලිවම පෙනී යයි. ලෝහ වර්ගවල විද්‍යාත්මක අගයන් පිළිබඳව අවබෝධයක් ලබා ගැනීමට පෙරත්, එනම් පාෂාණ යුගයේදී පවා රතු, දුඹුරු සහ කහ සායම් ලෙස හෙමටයිට් (Heamatite) ලිමෝනයිට් (Limonite) සහ ජියෝටයිට් (Goethite) වැනි යපස් වර්ග භාවිතා කර ඇත. පුරාවිද්‍යාත්මක සාධක වලට අනුව මිනිසාගේ වර්ණ පිළිබඳව ඇති ස්වාභාවික කැමැත්ත තාක්ෂණික විප්ලවයේ වැදගත් මාවතකට යොමු කළේය. එසේම මෙවැනි වර්ණ භාවිතය ලෝහ විද්‍යාවට මිනිසාව යොමු කළ ප්‍රාථමික අවස්ථාද විය හැකිය.

මිනිසා විසින් මුලින්ම ප්‍රයෝජනයට ගත් ලෝහය තඹය. දැනට සොයා ගෙන ඇති අන්දමට පැරණිම ලෝහ භාණ්ඩය ලෙස සැලකෙන්නේ ස්වාභාවික තඹ වලින් කරන ලද පබළුවකි. ක්‍රි.පූ. 9500 ට අයත්වන මෙය උතුරු ඉරාකයේ (මෙසපොතේමියාවේ) ශනිදර් ගුහාවෙන් සොයා ගෙන ඇත. ස්වාභාවික තඹ පලමුවෙන් භාවිතා කරන ලද්දේ සාමාන්‍ය උෂ්ණත්වය යටතේ තැළීමෙනි. (Cold Hammering)[4] තඹ හැරුණුකොට භාවිතා කළ අනෙක් ලෝහය වූයේ රත්රන්ය. එහෙත් ක්‍රි.පූ. 5000 අවසන් වන තුරු රන්භාණ්ඩ භාවිතා කළ බවට මේ දක්වා සාක්ෂි හමුවී නැත. අග්නි තාක්ෂණය 5 පිළිබඳ අවබෝධය ලබා ගැනීම ත් සමගම මැටි භාණ්ඩ නිපදවීම සඳහා නව ශිලා යුගයේදී (Neolithic) භාවිතා කළ උඳුන් තඹ නිස්සාරණය කිරීමේ අදහසට හේතුවක් වන්ට ඇත. බොහෝ විට මෙය ඉමහත් පරිශ්‍රමයකින් හෝ අහඹු ලෙස හෝ සිදුවූ ක්‍රියාවලියක් වන්නට ද පුළුවන.

ක්‍රි.පූ. 3000 දී තඹ හා ලෝකඩ තාක්ෂණය ජීවිකාව කරගත් ස්ථිර ජනාවාස සුළු ආසියාවේ, ඉන්දියාවේ සහ චීනයේ තිබුණු බවට සාධක ඇත. එහෙත් තාක්ෂණික වශයෙන් ඉතාමත් වැදගත් සොයා ගැනීම වූයේ යකඩ භාවිතයයි. යකඩ තාක්ෂණය සුළු ආසියාවේ, ආරම්භ වූයේ ක්‍රි.පූ. 3000 පමණ යුගයකදීය. මෙම තාක්ෂණය ලොවේ අන් රටවලට පැතිරුණේ ක්‍රි. පූ. 2000 න් පසුවයි. මෙතෙක් ලැබී ඇති පුරා විද්‍යාත්මක සාධක අනුව ශ්‍රී ලංකාවේ මධ්‍ය ශිලා යුගයෙන් (Mesolithic) පසු දක්නට ලැබෙන්නේ මුල් ඓතිහාසික යකඩ යුගයයි. නව ශිලා යුගයට හෝ චැල්කොලිතික [8] යුග (තඹ සහ පාෂාණ භාණ්ඩ භාවිතා කළ යුගය) විනාශවීමට හේතු වන්නට ඇත්තේ වැසි වනාන්තර වලින් ආවරණය වූ තද පස, නව ශිලා යුගයේ තාක්ෂණය ආධාරයෙන් වගාකළ නොහැකිවීම වැනි පාරිසරික සාධක වියහැකි බව පුරා විද්‍යාඥයින්ගේ මතයයි. අනෙක් සාධක විය හැක්කේ මධ්‍ය ශිලා යුගයේදී

යකඩ තාක්ෂණය මෙම දිවයිනට කවුරුන් හෝ විසින් හඳුන්වාදීම හෝ ස්වදේශිකව හෝ අහඹු ලෙස හෝ ආරම්භ වීමය.

මහාවංශය, ථූපවංශය, පූජාවලිය සහ ශිලා ලේඛන වැනි ඓතිහාසික මූලාශ්‍ර අනුව පූර්ව ඓතිහාසික යුගයේ සිට ශ්‍රී ලංකාව රන්, රිදී, ඊයම්, තඹ සහ යකඩ භාවිතා කළ බව පෙනී යයි. දිවයිනේ නොයෙක් ප්‍රදේශයන්හි සිදු කරන ලද පුරාවිද්‍යාත්මක ගවේෂණ සහ කැණීම් මගින් ඉහතින් දැක්වූ සාධක සනාථ කරයි. ඒ අනුව අපගේ ආදිතමයන් සතුවූ ලෝහ තාක්ෂණය පිළිබඳ තිබුණු මනා දැනුම වඩාත් පැහැදිලි වෙයි.

සීගිරියේ අලිගල ප්‍රදේශයේ කළ පුරා විද්‍යාත්මක කැණීම් වලින් ක්‍රි.පූ. 9 වන සියවසේදී පමණ මෙරට යකඩ නිස්සාරණය කර ඇති බවට තහවුරු වෙයි. කාබන්[14] දින නියමයන්ට අනුව ලබාගත් මෙම දත්ත මේ දක්වා අපට ලැබී ඇති පැරණිම දත්තයන් වේ[10]. ඒ අනුව යකඩ තාක්ෂණය මෙරටේ ආරම්භ වන්නට ඇත්තේ ක්‍රි.පූ. 9 සියවසේදී හෝ ඊට පෙර හෝ බැව්ද සිතිය හැක. අනුරාධපුර ඇතුල්නුවර සිදුකරනලද පුරාවිද්‍යාත්මක කැණීම් වලින් ලද දත්ත වලින්ද මෙම මතය වඩාත් තහවුරු වෙයි.[10a]

ආවේනික ගුණාංග

ශ්‍රී ලංකාවට ආවේනික වූ ලෝහ තාක්ෂණයක් තිබුණාද? එසේ නම් එහි ආවේනික ගුණාංග කවරේද? යන්න අධ්‍යයනය කිරීම කාලෝචිතය. පුරා ලෝහ තාක්ෂණය පිළිබඳ පලකර ඇති වාර්තා අඩුනිසා අපේ ආදිතමයන්ගේ ලෝහ විද්‍යාත්මක දැනුම පිළිබඳ ඇති වාර්තාවන්හි ඉතා වැදගත් අංග හා සම්බන්ධ තොරතුරු අසම්පූර්ණය. කාර්මීකරණයට පෙර ශ්‍රී ලංකාවේ තිබුණු යකඩ නිෂ්පාදන ක්‍රියාවලිය පිළිබඳව සිදුකළ පර්යේෂණ වල පටන් ගැන්ම 19 වන සියවසේදී සිදුවී ඇති බව පෙනී යයි. ජෝන් ඩේවිඩ්ඩාම්ජ්[13] කුමාරස්වාමි[14] සහ හැඩ්ෆීල්ඩ් යන අයගේ පුරාතන වාර්තා සහ පර්යේෂණ අනුව ශ්‍රී ලංකාවේ යකඩ සහ වානේ දකුණු ආසියාවේ තාක්ෂණ තලයේ ඉහළ ස්ථානයක් ගෙන තිබුණු බව පෙනී යයි. ලංකාවේ පුරාතන ලෝහ තාක්ෂණය පිළිබඳ මුල් පර්යේෂකයන් අතර හැඩ්ෆීල්ඩ්ට හිමි වන්නේ අද්විතීය තැනකි. ඔහු විසින් සීගිරියෙන් ලබා ගන්නා ලද යකඩ හා වානේ නියැදි පරීක්ෂාවෙන් පුරාණ යකඩ නිපදවන්නන්ට කුවෙන්චින් (Quenching) හෙවත් ජල පිළියම[16] යන ක්‍රියාවලිය ආධාරයෙන් වානේ ශක්තිමත් කිරීමේ කලාව පිළිබඳව මනා දැනුමක් ලබා තිබුණ බව පෙන්වා දෙයි. ඔහු නියැදි ලෙස භාවිතා කළ භාණ්ඩ ශුද්ධ යකඩ වලින් නිමාකර තිබුණ අතර මතුපිට ඉහළ කාබන් සංයුක්තියකින් යුක්ත විය. ඔහුගේ මෙම පර්යේෂණ වලට අනුව, අතීතයේ ලෝහ භාණ්ඩ නිපදවන්නන් සතුව තිබුණු දැනුම වත්මන් ලෝහ භාණ්ඩ නිපදවන්නන්ගේ දැනුමට වඩා ඉහළ අගයක් ගත් බව පෙනී යයි.

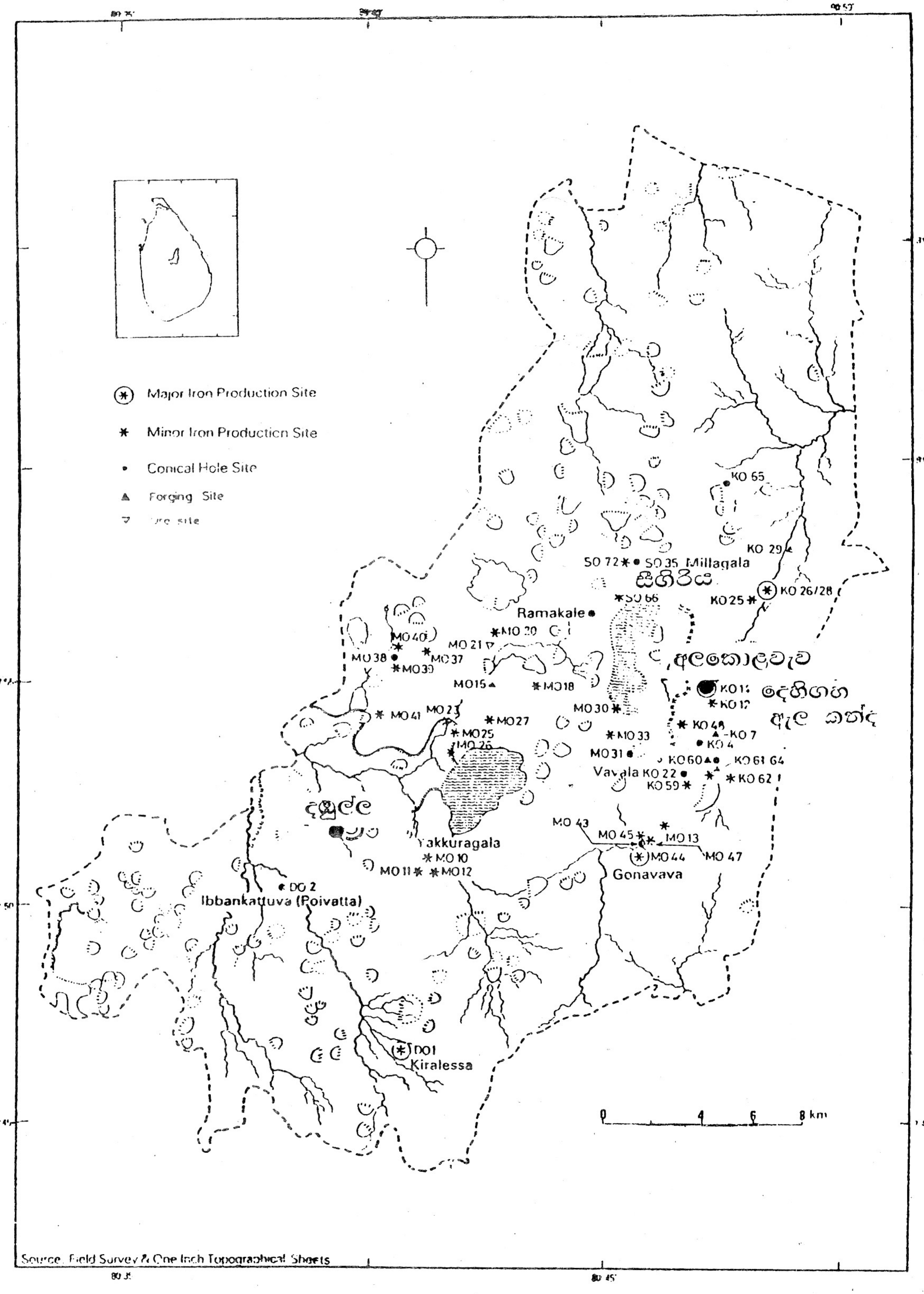
හැඩ්ෆීල්ඩ් සිය පර්යේෂණයන්හිදී වැඩි අවධානයක් යොමු කර ඇත්තේ මතුපිට දැඩි කිරීමේ තාක්ෂණය හෙවත් ශක්තිමත් කිරීමේ ක්‍රමය පිළිබඳවයි. මෙය මුවහත් තල දැඩි කිරීම සඳහා භාවිතා කළ ශුද්ධ යකඩ[18] කාබනීකරණය කිරීමේ ක්‍රමය සහ ජල පිළියම් ක්‍රමයයි. ශ්‍රී ලංකාවේ සාම්ප්‍රදායික යකඩ සහ වානේ නිෂ්පාදනය ඉතා ඉහළ තත්ත්වයක තිබුණු බව හැඩ්ෆීල්ගේ වාර්තා වලින්ද තහවුරු වෙයි.

පැරණි උඳුන්

1980 දශකයේ අග භාගයේදී පුරා විද්‍යා පශ්චාත් උපාධි ආයතනය, ස්වීඩන් ජාතික පුරා වස්තු මණ්ඩලය සමග එක්ව, සීගිරි-දඹුලු ප්‍රදේශයේ ජනාවාසකරණ පුරා විද්‍යා සහයෝගිතා ව්‍යාපෘතිය (SARCP) යටතේ[19], පුරාවිද්‍යා දෙපාර්තමේන්තුව සහ බ්‍රිතාන්‍ය ජාතික පුරාවිද්‍යාඥයින් සමග එක්ව ඉහළ වලවේ නිම්නයේදී[20] පුරා ලෝහ තාක්ෂණය පිළිබඳ වැදගත් සොයා ගැනීම් කරන ලදී. කෙසේ වෙතත් මෙම ස්ථාන දෙකට අමතරව වර්ෂ 1995 දී පුරා විද්‍යා දෙපාර්තමේන්තුව සහ ප්‍රංශ සහයෝගිතා ව්‍යාපෘතියක් මගින් රිදීගම ප්‍රදේශයෙන් සොයා ගත් යකඩ නිස්සාරණයට භාවිතා කළ උඳුන්ද[21], 1992 දී ඇලහැර ප්‍රදේශයේදී සිදුකල ගවේෂණ වලින් ලැබූ ප්‍රතිපල අනුවත්, 1996 දී කැලණි ගඟේ පහළ නිම්නයේ යබරළුව, තුන්නාන වැනි ප්‍රදේශවල තිබුණු යකඩ නිෂ්පාදනාගාර අධ්‍යයනයෙන් සොයාගත් සාධකත්[22], දිවයින පුරා පැතිරී ඇති යබොර කඳුත් ලෝහ තාක්ෂණය ශ්‍රී ලංකාවතුල පැතිරී තිබුණු බවට සාධක සපයයි.

මෙම ලිපියෙන් ඉදිරිපත් කරන පර්යේෂණ සහ විද්‍යාත්මක ක්‍රියාකාරකම් මූලික වශයෙන් යොමු වී ඇත්තේ KO[14] ලෝහ ලෙස ලියාපදිංචිවී ඇති "අලකොළවැව" ගම්පියයේ දෙහිගහ ඇලකන්ද නම් ස්ථානයෙහි පිහිටි යකඩ නිෂ්පාදනය

මහාවංශය,ථූපවංශය, පූජාවලිය සහ ශිලා ලේඛන වැනි ඓතිහාසික මූලාශ්‍ර වලින් පූර්ව ඓතිහාසික යුගයේ සිට ශ්‍රී ලංකාව රන්, රිදී, ඊයම්, තඹ සහ යකඩ වැනි ලෝහ භාවිතා කළබව පෙනේ.



1 රූපය

යකඩ නිෂ්පාදනය හා සම්බන්ධ ස්ථාන ඇතුළත් අධ්‍යයන ප්‍රදේශ දැක්වෙන සිතියම

හා සම්බන්ධ ප්‍රධාන කම්හල කෙරෙහිය. මෙම කම්හල 1988 දී හඳුනාගත් අතර වර්ෂ 1990 සහ 1991 යන වර්ෂවල අදියර 2 ක් යටතේ කැණීම් සිදු කරන ලදී. සීගිරිගලට කි.මී. 8 1/2 ක් ගිණිකොණින් සහ අලකොළ වැව ගම් පියසට කි.මී. 1 1/2 ක් ඊසාණ දෙසින් මහ වනයේ පිහිටා ඇති මෙම ස්ථානය, උතුරින් සහ බටහිරින් හේන් වගා වලින්ද, නැගෙනහිරින් සීගිරිය ප්‍රදේශයෙන් පෝෂණය කරන කිරි ඔයෙන්ද, දකුණෙන් කිරි ඔයේ ශාඛාවක් වූ දෙහිගහ ඇළෙන්ද වටවී ඇත. මෙම කිරි ඔයේ නිම්නයේ පමණක් යකඩ නිෂ්පාදනාගාර 20 ට වැඩි ප්‍රමාණයක් පිහිටා ඇත. දෙහිගහ ඇළකන්දේ සිදුකළ කැණීම් වලින් උඳුන් පෙළක් සහ වර්ග මීටර 37500 ක පැතිරී තිබුණු විශාල යබොර ගොඩැල්ලක්ද සොයා ගැනීමට හැකිවිය.

එතැන්සිට කළ කැණීම් වලින්, උසස් මැග්නටයිට් (Fe_3O_4) වර්ගයේ යපස් භාවිතා කර ශුද්ධ යකඩ ලබා ගැනීමේ (Bloomery Process)[24] ක්‍රියාවලිය ආධාරයෙන් මහා පරිමාණයේ යකඩ නිපදවීමක් සිදුකළ බවටද සාධක හමු විය. විවිධ ප්‍රමාණයන්ගෙන් සහ හැඩයන්ගෙන් යුතු යබොර කැබලිද, පස් තට්ටුව වසා පැතිරුණු යබොර කැබලිද ගෙන කළ පර්යේෂණ වලින් යකඩ නිෂ්පාදනය තුළ වූ දියුණු තාක්ෂණික තත්ත්වය හෙළි කරයි.

යකඩ නිස්සාරක උඳුන්

මුළු ප්‍රදේශයේම වසර දෙකක් තුළ කළ කැණීම් වලින් යකඩ නිස්සාරණය සඳහා භාවිතා කළ උඳුන් සොයා ගැනීමටද හැකිවිය. මෙම උඳුන් පිහිටි ගල හෙවත් මාතෘ පාෂාණය අණ්ඩාකාර වලක් ලෙස හාරා එහි නැගෙනහිර කෙළවරේ පාෂාණ ඵලක දෙකක් හා මැටි ආධාරයෙන් සාද තිබුණි. උඳුනේ නැගෙනහිර හෙවත් පිටුපස බිත්තිය සිරස් අතට පිහිටි අතර එය පිහිටි ගලට කා වැදෙනසේ නිමාකර ඇත. දෙපස බිත්තිද, උඳුන සෑදීමට භාවිතා කර ඇති පාෂාණ ඵලක දෙකෙහි උස දක්වා සිරස්ව සාද ඇත. කණින ලද සෑම උඳුනකම ඉදිරිපස බිත්තියක් දක්නට නැත. මෙයට හේතුව විය හැක්කේ මෙම වර්ගයේ උඳුන් නිෂ්පාදනයේ අවසාන ඵලය වූ, මෘදු තත්ත්වයේ වූ යකඩ (Spongy Iron Bloom) [25] ඉවතට ගැනීමයි. උඳුන පතුලේ ඉතිරිවී ඇති යබොරවල හැඩය අනුවත් උඳුන් ඉදිරිපස බිත්තිය හා සම්බන්ධ වායු නල රඳවනයේ නිර්මාණය අනුවත් ඉදිරිපස බිත්තිය අවම වශයෙන්වත් පාෂාණ ඵලකවල උස දක්වා හෝ සිරස්ව තිබෙන්නට ඇතැයි අනුමාන කළ හැකිය. උඳුනේ බඳ කොටස හෙවත් ඉහළ කොටස පාෂාණ ඵලක වලට ඉහළින් ඇතුලට වක්‍රවන ලෙස නිර්මාණය කර තිබෙන්නට ඇත.

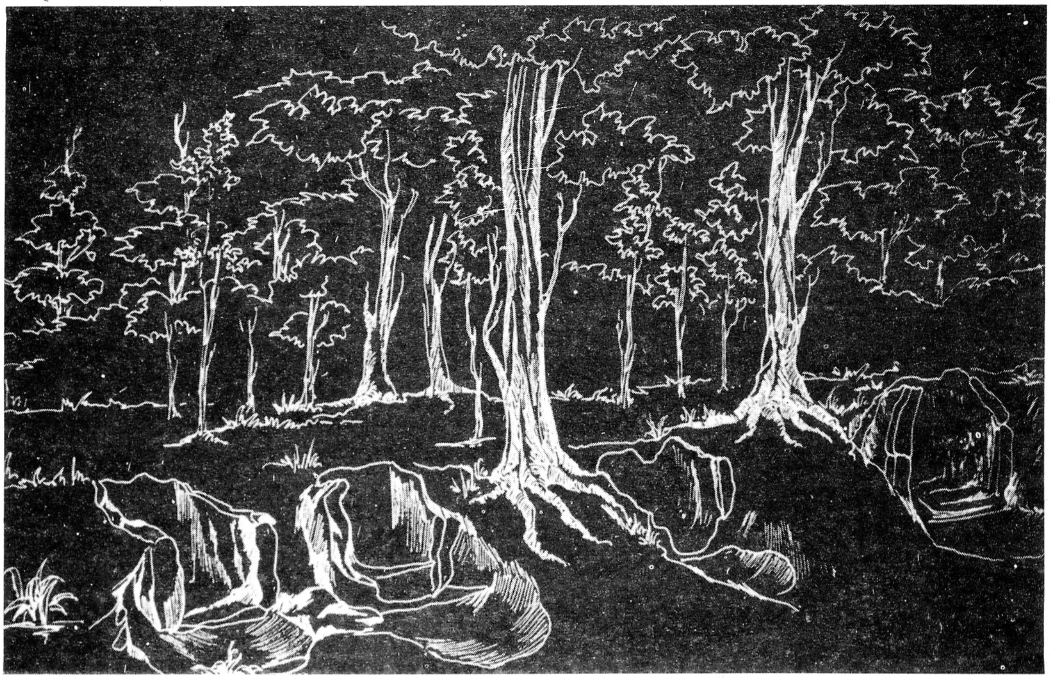
උඳුනෙහි බඳ කොටසේ දෙපස සම්පූර්ණයෙන්ම පිහිටිගල තුළ ගිලී යනසේ නිර්මාණය කර නැත. පාෂාණ ඵලකයන්ට ඉහළ කොටසේ සිට බඳ කොටස දක්වා වූ පෙදෙස සෙ.මී. 80 පමණ දිගද, ඝනකම සෙ.මී. 15 පමණද වෙයි. බඳ කොටසේ උසත් හැඩයත් උෂ්ණත්වය පාලනය කිරීමේ හැකියාවත් උඳුනේ ශක්තිමත් බවත් රැකෙන සේ උඳුන නිපදවා ඇත. ඉතිරිවී ඇති කොටස් වලින් උඳුන නැවත නිර්මාණය කළ විට එහි උස මීටර් 2 කද බිත්තියක ඝනකම සෙ.මී. 20 සිට 40 දක්වාද විය. මෙම උඳුන් නිර්මාණයේ දී පෙනෙන විශේෂ ලක්ෂණ වන්නේ පිහිටිගල හැරීමේදී උඳුනට ඉදිරියෙන් වක්‍රාකාර පඩි දෙකක් සාද තිබීමයි.

> ක්‍රි.පූ. 3000 දී තඹ හා ලෝකඩ තාක්ෂණය ජීවිකාව කරගත් ස්ථිර ජනාවාස සුළු ආසියාවේ, ඉන්දියාවේ සහ චීනයේ තිබුණු බවට සාධක ඇත. එහෙත් තාක්ෂණික වශයෙන් ඉතාමත් වැදගත් සොයා ගැනීම වූයේ යකඩ භාවිතයයි. ක්‍රි.පූ. 3000 දී සුළු ආසියාවේ යකඩ තාක්ෂණය ආරම්භ වුවත් ලොවේ අන් රටවලට පැතිරුණේ ක්‍රි.පූ. 2000 න් පසුවය.

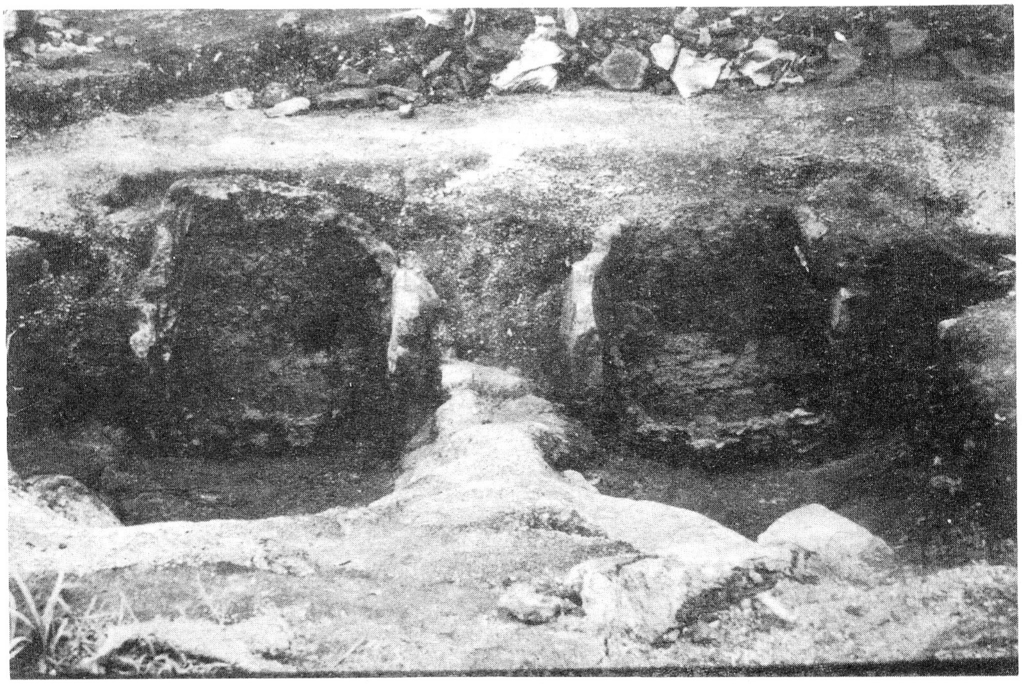
නිස්සාරණ ක්‍රියාවලිය අවසානයේදී මෘදු යකඩ හා ඉවතලන ද්‍රව්‍ය වලෙහි සිට ඉවතට ගැනීමට පහසුවීම සඳහා මෙසේ නිර්මාණය කරන්නට ඇත. යකඩ නිෂ්පාදන ක්‍රියාවලිය ඇරඹීමට පෙර උඳුන අළුත්වැඩියා කළ යුතුය. අලකොළ වැව, දෙහිගහ ඇළකන්ද යන තැන්වල තිබුණු උඳුන් අළුත්වැඩියා කරන්නට ඇතැයි සිතිය හැක. මෙම උඳුන්වල පතුලේ පළල සෙ.මී. 80-95 දක්වා වන අතර නැගෙනහිර සිට බටහිර දෙසට ගැඹුර සෙ.මී. 40-60 ත් අතර ප්‍රමාණයකි. මෙම මිණුම් උඳුනේ උස හා සැසඳීමේදී අලකොළ වැව උඳුන් සාපේක්ෂව පටුවූ බව පෙනී යයි. මෙයද උඳුනේ උෂ්ණත්වය නිසි පරිදි පාලනය කරමින් ඵලදායී යකඩ නිෂ්පාදනයක් ලබා ගැනීමට යෙදූ උපක්‍රමයක් විය.

මයිනහම

උඳුන් තුළ ඔක්සිකාරක තත්ත්වය හොඳින් පැවතීමට භාවිතා කරන අමු ද්‍රව්‍ය වලින් උපරිම නිෂ්පාදනයක් ලබා ගැනීමට පුළුවන. යකඩ නිස්සාරණයට අවශ්‍ය වැදගත් සාධකය වන්නේ තාපයයි. අඟුරු දැවීමෙන් ලබාගත හැකි උපරිම උෂ්ණත්වය වන්නේ සෙල්සියස් අංශක 700^0 ක් පමණි. මේ නිසා උඳුන තුළ ඉහළ උෂ්ණත්වයක් රඳපැවතීමේ හැකියාව ඇත්තේ ස්වාභාවික වාත ධාරාවක බලය හෝ කෘත්‍රිම වාත ධාරාවක ශක්තිය ලබා ගැනීමේ හැකියාව මතය. මයිනහම [28] (Bellow) මගින් නිපදවන කෘත්‍රිම වාතධාරාව වායු නල [29] තුළින් උඳුන තුළට යැවීමෙන් වාත සැපයුම ලබාගනු ලැබේ. මෙවන් කෘත්‍රිම වාත ප්‍රවාහයක් ලබා ගන්නා උඳුන් කොටස් දෙකකට බෙද දැක්විය හැකියි.



2 රූපය - උඳුන් පෙලෙහි රූප සටහනක්



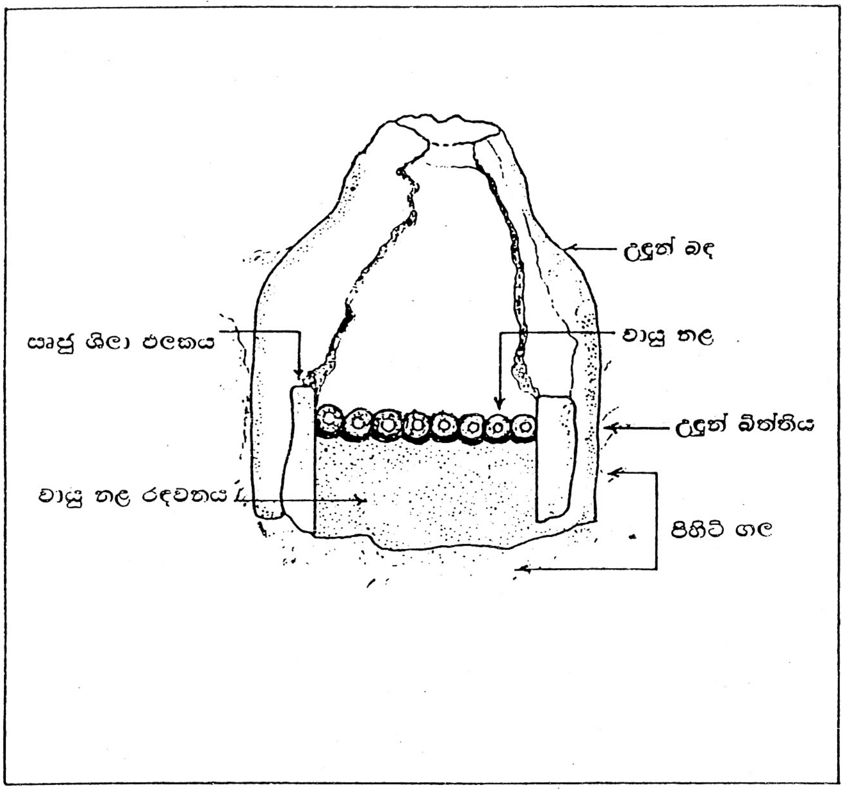
3 රූපය - උඳුන්වල බටහිර දෙසින් ගත් ඡායාරූපයක්

ප්‍රාථමික වර්ගයේ උදුන්වල නිස්සාරණ ක්‍රියාවලියේදී යබොර ලෙස වෙන්වන අපද්‍රව්‍ය ඉවතට ගැනීමට මගක් විවෘතව නැති අතර ඊට වඩා මදක් දියුණු උදුන් වර්ගයේ. යබොර ඉවතට ගැනීම සඳහා සිදුරක් සාද ඇත. ප්‍රාථමික. බිලුමරී වර්ගයේ උදුන්වල යබොර පොළව මතුපිටට පිට කිරීම සඳහා සිදුරක් සාද ඇත. එහෙත් මේ දක්වා සිදුකල කැණීම් වලින් අලකොළ වැව උදුන්වල එවැනි නිර්මාණයක සලකුණු හමුවී නැත. එහෙත් තණකොළ වල රටාවට අනුව ගලාගිය යබොරවල ස්වරූපය අනුව. යබොර පිටවීම සඳහා සිදුරක් තිබුණු බව පෙනී යයි. ප්‍රාථමික වර්ගයේ මයිනහම සත්ත්ව හමකින් ආවරණය කර තිබූ අතර විශාල මැටි බඳුන් ආධාරයෙන් නිමවා තිබුණි. වඩාත් දියුණු මයිනහම සත්ත්ව හමකින් ආවරණය කල දැවයෙන් සාදන ලද රාමු දෙකකින් නිමවිය. මෙම ප්‍රාථමික වර්ගයේ මයිනහම ක්‍රියා කරවන ලද්දේ. කම්මල්කරුවාගේ පාදය හා සම්බන්ධ වූ දැව දණ්ඩක් ආධාරයෙනි. වඩාත් දියුණු කල මයිනහම ක්‍රියා කලේ දෑතේ ආධාරයෙනි.

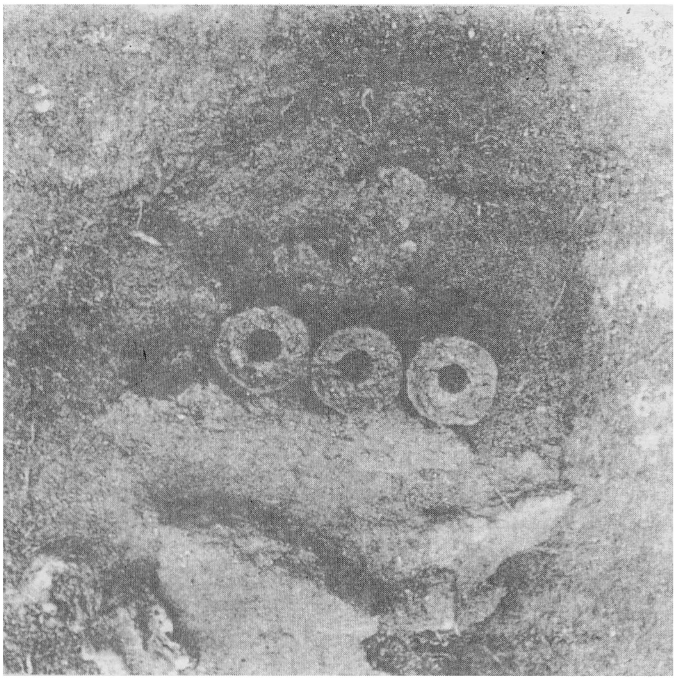
ප්‍රාථමික යකඩ නිස්සාරකයන් මැටිවලින් හෝ බම්බු වලින් සාදන ලද නල වලට සම්බන්ධ වූ කුඩා මයිනහම් යුගලයක් භාවිතා කර ඇත. මෙම නල උදුන තුළට සම්බන්ධව තිබී ඇත. සාමාන්‍යයෙන් උදුනක් හා සම්බන්ධ වූ මයිනහම යුගලයකට එක් නලයක් පමණක් සවිවී ඇති අතර වඩාත් විශාල උදුන් සමග මයිනහම් හතරක් හෝ ඊට වැඩි ගණනක් සම්බන්ධ කර තිබී ඇත. අලකොළ වැව කැණීමෙන් සොයා ගත් උදුන්වල පහළ කොටසේ පසුපස බිත්තියේ දක්නට ඇති යම් තෙරපීමකට ලක්වූ බව පෙන්වන සලකුණු වලින් මයිනහමක් මගින් නිපදවූ කෘත්‍රිම වායු ධාරාවක් භාවිතා කළ බවට පෙන්වා දෙයි

සමනලවැව උදුන්වලට අප්‍රේල් සිට අගෝස්තු යන මාස දක්වා ප්‍රදේශ හරහා හමාගිය මෝසම් සුළං ප්‍රයෝජනයට ගත් බවට සාක්ෂි ඇත. මෙම මෝසම් සුළගේ වේගය පැයට සැතපුම් 70 ක් පමණ විය.[33] වර්ෂ 1990 දි කල අලකොළවැව කැණීම් වලදී සිලින්ඩරාකාර වායුනල දෙකක්. වායුනල රඳවනයක් (ඉදිරිපස බිත්තියේ පහළ කොටස) සමග හමුවිය. මෙම වායුනල රඳවනය උදුන ඉදිරිපසට සමීපව අර්ධ කාවාකාර මුද්‍රා සහිතව නිමකර තිබුණි. එසේම මෙම වායුනල රඳවන එකිනෙකට සමාන්තරවද සවිකර තිබුණි.

වර්ෂ 1991 දි කල කැණීම් වලදී අර්ධ කවාකාර මුදු 6 ක් සහිත වායුනල රඳවනයක්. උදුනක ඉදිරිපසින් සොයාගත හැකිවිය. මෙවන් සොයා ගැනීම් මගින් අලකොළ වැව විසූ යකඩ නිපදවන්නෝ එක් උදුනක් සඳහා වායුනල රඳවන 8 ක් භාවිතා කර ඇති බව පෙනේ. උදුනට අවශ්‍ය තාපය පාලනය කිරීම සඳහා උදුන තුළ සීතල වාතය ඉවත්කර උදුනේ සෑම කොටසකටම සමාන වාත සැපයුමක් ලබාදීමට කටයුතු කර ඇත.



4 රූපය - හොඳින් ආරක්‍ෂා වී තිබුණු උදුනෙහි (නො 27) ප්‍රතිනිර්මාණය කළ රූප සටහන



5 රූපය

වායුනල රඳවනයක කොටසක්

සමග හමුවූ වායුනල තුනක්

බවට පත් කිරීමත් එහි වූ ජලප්‍රමාණයන් සහ කාබන් ඩයොක්සයිඩ් හා ගෙන්දගම් වැනි වාෂ්පශීලී ද්‍රව්‍ය ඉවත් කිරීමත් සිදු කළෝය. [36]

සමතලවැව යකඩ නිස්සාරකයෝ ලිමොනයිට් සහ හෙමටයිට් නිපදවීමද සිදුකර ඇත. අනුරාධපුර ගෙඩිගේ කැණීමෙන් හමුවූ ලිමොනයිට් කැබලි සහ යබොර වලට අනුව ඔවුන්ද ලිමොනයිට් භාවිතා කළ බවට සිතිය හැක. 37 බිලුමරි උදුන් සඳහා මැග්නටයිට් භාවිතා කළ බවට හමුවී ඇති සාධක ඉතා අල්පය. නවීන පුරා ලෝහ විද්‍යාඥයින්ගේ අදහස වන්නේ මැග්නටයිට් වැනි ඝන යපස් වර්ග මෙම උදුන්වල නිස්සාරණය කිරීමට ඇති අපහසුතාව මෙයට හේතු වූ බවයි. ඒ කෙසේ වෙතත් අලකොළ වැව කැණීම්, බිම් පෙදෙසේ පර්වත අසලත්, උදුන් අසලත්, යබොරවලට සවිවී ඇති යපස් අනුවත්, එම ලෝහ නිෂ්පාදනාගාරයේ මැග්නටයිට් වර්ගයේ යපස් භාවිතා කළ බව පැහැදිලි වෙයි. මෙම මැග්නටයිට්වල ඇති යකඩ ඔක්සයිඩ්වල ප්‍රතිශතය 98% කි. ඉවත දමන ලද ද්‍රව්‍ය එකතුවක තිබී සොයා ගත් තිරුවානා කැබලි, මැග්නටයිට් වර්ගයේ යපස් සමග මිශ්‍රවී තිබුණ බවටද සාක්ෂි ඇත.

අප්‍රිකාවේ ස්වාභාවික වාත ප්‍රවාහ ආධාරයෙන් නිස්සාරණ ක්‍රියාවලිය සිදුකළ උදුන්වලට වායුනල 100 ට වඩා වැඩි ගණනක් සවිකර තිබුණු බවට සාධක ඇත. මන්දරා කඳු සහ නයිජේරියන් නිම්නයේ [15] සමහර ගෝත්‍රිකයන් විසින් මයිනහම ආධාරයෙන් ක්‍රියා කරවන ලද උදුන් සඳහා දිගැති වායු නලයක් පමණක් භාවිතා කරනු ලබයි. [34]

අලකොළවැව උදුන් සඳහා භාවිතාකළ මැටි වර්ගයේත්, වායුනල සඳහා භාවිතාකළ මැටි වර්ගයේත් සංයුතිය එකිනෙකට වෙනස් බව විශ්ලේෂණ වලින් පෙනී යයි. උදුන් බිත්ති වලට වඩා ඉහළ උෂ්ණත්වයක් දැරීමට හැකි මැටි වර්ගයකින් වායුනල නිර්මාණයකර ඇතිබවද මෙයින් පැහැදිලි වෙයි. [35]

භාවිතා කළ යපස්

ප්‍රාථමික උදුන් සඳහා හෙමටයිට්, ලිමොනයිට්, වර්ගයේ යපස් භාවිතා කර ඇත. මෙම බිලුමරි වර්ගයේ උදුන්වල ඉතා ඉහළ ඝනත්වයෙන් යුත් යකඩ ඔක්සයිඩ්, ඔක්සිහරණයට ලක් කිරීමේ අපහසුතාව මීට හේතුවී ඇත. ඉන්දියාවේ දත්වා (Dhatwa) යකඩ නිස්සාරකයන් ප්‍රදේශයෙන් උපයාගත හැකි ලිමෝනයිට් වර්ගයේ යපස් භාවිතා කර ඇත. ඔවුහු මෙම යපස් රත්කිරීමෙන් හෙමටයිට්

අලකොළ වැව කැනීම් භූමියට නැගෙනහිරින් වූ පර්වතවල ඇති තිරුවානා තීරුවල තිබී මැග්නටයිට් ඉතා සුළු වශයෙන් හමුවිය. මේ ප්‍රදේශයේ විශාල මැග්නටයිට් නිධියක් තිබීම මහාපරිමාණ යකඩ නිෂ්පාදන ස්ථානයක් තිබීමට ප්‍රධාන හේතුවක් වියහැකිය. ශ්‍රී ලංකා ජාතික සිතියම් සංග්‍රහයට අනුව ලිමොනයිට් පියෝටයිට් වැනි යකඩ ඔක්සයිඩ නිධි රත්නපුර සහ මාතර දිස්ත්‍රික්කවල දක්නට ඇති අතර ඉහළ තත්ත්වයේ මැග්නටයිට් තැන්පතු පුත්තලම සහ ත්‍රිකුණාමලය වැනි දිස්ත්‍රික්කවල දක්නට ලැබේ. [38] අලකොළවැව යබොර නියැදි විශ්ලේෂණ වාර්තාවලට අනුව ඒවායේ පෙයෙලයිට් ($Fe_2 So_4$) සංයුතියක් දක්නට ඇති බවත්, ප්‍රදේශයේ දක්නට ඇති වෙනත් නිෂ්පාදනාගාරවල ඇති යබොරවල දක්නට ලැබෙනවාට වඩාඅඩු යකඩ ඔක්සයිඩ ප්‍රතිශතයක් ඇතිබවත් පෙනේ.

මිනිසා විසින් මුලින්ම ප්‍රයෝජනයට ගෙන ඇති ලෝහය තඹය. දැනට සොයාගෙන ඇති අන්දමට පැරණිම ලෝහ භාණ්ඩය ලෙස සැලකෙන්නේ ස්වාභාවික තඹ වලින් කළ පබළුවකි.

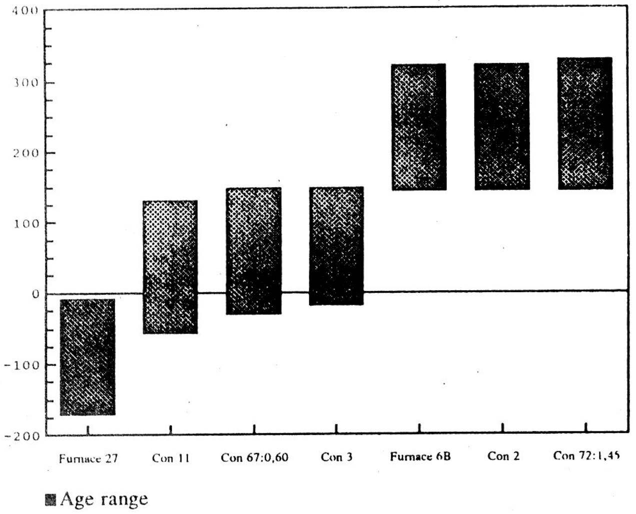
WEIGHT%	Fe_2O_3	MnO	SiO_2	Al_2O_3	P_2O_5	TiO_2	MgO	CaO	K_2O
KO 14 1	98.3	-	-	1.3	-	0.4	-	-	-
	98.0	-	-	1.6	-	0.4	-	-	-
KO 14 2B	98.6	-	0.4	0.9	-	0.1	-	-	-
	96.5	-	0.3	0.3	-	0.1	-	-	-
KO 14 12B	97.7	-	0.2	1.4	-	0.4	0.3	-	-
KO 14 14B	98.4	-	-	1.1	-	0.1	0.4	-	-
	98.5	-	0.1	0.8	-	0.1	0.5	-	-
KO 14 14BX	99.0	-	0.2	0.5	-	0.1	0.3	-	-
	98.1	-	0.2	1.1		0.2	0.4		-
KO 14 18	97.9	-	-	2.0		0.1	-	-	-
	96.7	-	0.2	2.5	-	0.2	0.4	-	-

6 රූපය

අලකොළ වැව දෙනිගහ-ඇලකන්ද (Ko_{14}) යපස් නියැදිවල විශ්ලේෂණ සටහන

කාල නිර්ණය

විකිරණශීලී කාබන් (C_{14}) දින නියමයන්ට අනුව මෙම ලෝහ කර්මාන්තය ක්‍රි.පූ. 1 සියවස සිට ක්‍රි.ව. 4 සියවස දක්වාවූ යම් කාල වකවානුවකට අයත්වන අතර උසස් තාක්ෂණයෙන් හා විශාල පරිමාණයෙන් කෙරුණු බව පැහැදිලිවම පෙනෙයි.



7 රූපය - දෙනිගහ ඇලකන්ද C_{14} කාලනිර්ණ සටහන

මෙම භූමියෙන් හමුවූ මැටි භාණ්ඩ වර්ගීකරණයට අනුවද, මෙම ස්ථානයේ තිබුණු ලෝහ කර්මාන්තය පූර්ව ඓතිහාසික යුගයේ සිට ක්‍රි.ව. 4 සියවස දක්වාවූ කාලයකට අයත්වන බව පෙනී යයි. මේ අනුව ක්‍රි.ව. 5 සියවසේ, සීගිරියේ ප්‍රධාන ඉදිකිරීම් අවධිය වූ කාශ්‍යප යුගයට පෙර මෙම ප්‍රදේශයේ හොඳින් සංවිධානය වූ යකඩ නිෂ්පාදන රටාවක් තිබුණු බව පෙනී යයි.

කෙසේ වෙතත් ප්‍රදේශය පුරා කළ කැණීම් වලින් සීගිරිය අවට ප්‍රදේශයේ යකඩ නිෂ්පාදනය, අලකොළවැව යකඩ නිෂ්පාදනයට පෙරත් කාශ්‍යප රාජධානියට පසුත් පැවති බවට සාධක දරයි. මෑතකදී සීගිරිය පිටදිය අගල තුළ සිදුකළ කැණීම් වලින් පශ්චාත්-කාශ්‍යප යුගයට අයත් [40] සහ සීගිරියේ පුරවරය තුළවූ අලිගල [41] ප්‍රාග් ඓතිහාසික (Prehistory) ගුහා කැණීමෙන් සහ දඹුල්ල ප්‍රදේශයේ ඉබ්බන්කටුවෙහි 42, කළ කැණීම් වලින් මුල් ඓතිහාසික යුගයට (Protohistory) අයත් යකඩ නිෂ්පාදනයක් කළ ස්ථාන හමුවී ඇත. මෙහිදී සඳහන් කළයුතු වැදගත් කරුණක් වන්නේ දිවයිනේ යකඩ නිස්සාරණය සිදු කළ බවට දැනට ලැබීඇති පැරණිතම දිනනියමය වන්නේ ක්‍රි.පූ. 5 සියවසයි. මෙම යුගයට අයත් ප්‍රදේශය අලිගල මුල් ඓතිහාසික ස්ථරයයි.

කෘෂිකර්මාන්තය: සීගිරිය ජල මාර්ගයක් ඔස්සේ තිබුණු ඓතිහාසික ජනාවාස පැතිරීමට ප්‍රධාන හේතුවක් විය. සුළු පරිමාණ වාරිකර්මාන්ත බිහිවීම මහාපරිමාණ වාරිකර්මාන්ත බිහිවීමට හේතුවක් විය. මෙයින් ලද ප්‍රතිඵලය

වූයේ ආහාර අතිරික්ත ඇතිවීමටත් නව තාක්ෂණික රටා ඇතිවීමටත් සුදුසු පසුබිමක් සැදීමයි. ක්‍රි.පූ 5 සියවසේ වූ, සීගිරි ජනාවාසකරණයට බොහෝ කලකට පෙර සිටම යකඩ නිෂ්පාදනය හා සබැඳි සමාජ-ආර්ථික රටාවක් තිබුණු බවට සීගිරිය අවටකළ කැණීම් වලින් පැහැදිලි වෙයි.

වර්ෂ 1920 දී පමණ හෝකාට් නම් පුරා විද්‍යාඥයා කළ අධ්‍යයනවලට අනුව ඔහු පවසන්නේ ක්‍රි.ව. 5 සියවසේදී ගොඩනැගිලි ද්‍රව්‍ය මාධ්‍යයක් ලෙස හුණුගල් වලට තිබුණු ස්ථානය, කළුගල් වලට පැවරුණු බවය. මෙහිදී ඔහු විශේෂ අවධානය යොමු කළේ සීගිරි බලකොටුව දෙසටයි. සීගිරි බලකොටුව ගොඩනැගීමේදී යොදගත් හතරැස් කළුගල් සහ මාපාගල කළුගල් කුට්ටි සහිත බිත්ති පිළිබඳවය. [43,44] මෙසේ ඉහත දක්වන ලද වර්ගයේ විශාල කළුගල් කුට්ටි කැපීමේ හැකියාව සීගිරිය තදසන්න ප්‍රදේශ තුළ තිබුණු යකඩ සහ වානේ නිපදවීමේ දියුණුවට බලපාන්නට ඇත. මෙම මතය සනාථ කිරීමේ තවත් සාක්ෂියක් වන්නේ සීගිරිගල මුදුනේ ඇති ශෛලමය උද්‍යානයේ පිහිටි දේශන ශාලාවේ ඇති කළුගල් ආසනයයි.

සමාජ රටාව

යකඩ නිෂ්පාදන ක්‍රියාවලියේ යෙදෙන්නවුන් විවිධ කුලවලට බෙද වෙන් කෙරුණි. ඒ අනුව යපස් වලින් යකඩ නිස්සාරණය කළ ජන කොටස **යමන්නෝ** කුලයටත් එම යකඩවලින් වානේ හෝ යකඩ ආයුධ සෑදීමකළ ජන කොටස **නවන්දන්නෝ හෙවත් ආචාරී** කුලයටත් අයත්විය. ක්‍රි.පූ. සියවස් සමයට අයත් බ්‍රාහ්මී ශිලාලිපිවල විවිධ ලෝහ ශිල්පීන් පිළිබඳව සඳහන්වී ඇත. ඒ අනුව **කබර** ලෙස යකඩ ශිල්පීන්ද, **තඹකර** යනුවෙන් තඹ ශිල්පීන්ද **ටොපස** යනුවෙන් ටින් ලෝහය භාවිතා කළ ශිල්පීන්ද වර්ග කර ඇත. මෙහි **කබර** යන වචනය පාලි භාෂාවේ එන **කම්මාර** [45] යන්නෙන් බිඳී ආවකි. පුරාතන ශ්‍රී ලංකාවේ බොහෝ මූලාශ්‍රවල යකඩ නිෂ්පාදනය හා බැඳුන මයිනහම, වායුනල, කිනිහිරිය සහ අඩු යන ආයුධ පිළිබඳවද සඳහන් වේ. [46]

පරපුරෙන් පරපුරට උරුමවී ඇති සිංහල ජනකවි වලද යමන්නෝ සහ ආචාරී යන කුල සතුවූ කාර්යයන් පැහැදිලිව පෙන්වයි. ඉපැරණි සමයේ කුලක්‍රමය, රැකියාව මුල්කොට බිහි වූවකි. මෙහි ප්‍රතිඵල් ලෙස තාක්ෂණය පරම්පරාවෙන් පරම්පරාවට රැකගෙන නොනැසී පැවැත්තේය. මෙම කුළ පැරණි සමාජ-ආර්ථික රටාව පාලනය කරන්නක්ද විය. මෙම සමාජ ක්‍රමය යටත් විජිත වාදීන්ගේ පැමිණීමත් සමග වෙනස් වූ අතර එහි ප්‍රථිපලයක් ලෙස සාම්ප්‍රදයික තාක්ෂණික දැනුම පරිහානියට යාමක්ද සිදුවිය. මෙම පරිහානියට තවත් හේතුවක් වූයේ අඩු මිලකට යකඩ භාණ්ඩ යුරෝපයෙන් ආනයනය කිරීම, සහ දේශීය යකඩ නිෂ්පාදකයන්ට තාක්ෂණයේ නව නැම්මක්කරා පා තැබීමට හැකියාවක් නොතිබීමත්ය.

නිෂ්පාදන ධාරිතාව

යම් වැඩබිමක ඉතිරිවී ඇති යබොර ප්‍රමාණය අධ්‍යයනය කිරීමෙන් යකඩ නිෂ්පාදනයේ ප්‍රමාණය නිවැරදිව ගණනය කළ හැකිය. මෙම අලකොළවැව යකඩ නිෂ්පාදනාගාරයේ යබොර, පාංශු ස්ථර, අතර සැඟවී ඇති නමුත් දළ ගණනය කිරීම් වලට අනුව මෙහි යකඩ ටොන් 10,000 කට වඩා ප්‍රමාණයක් සාද ඇති බව පෙනේ.

මෙම යුගයේදී යකඩ නිෂ්පාදකයන් සතුවූ උසස් තාක්ෂණික දැනුමත්, නිස්සාරණය සඳහා භාවිතාකළ දියුණු උදුන්, ඉහළ යකඩ ප්‍රතිශතයක් ඇති යපස් භාවිතයත්, යබොරවල ඉතිරිවී ඇති යකඩ ප්‍රතිශතය අනුවත්, භාවිතා කළ අමුද්‍රව්‍ය ප්‍රමාණයට සාපේක්ෂව විශිෂ්ඨ ගණයේ යකඩ නිෂ්පාදනය කළ බවට සනාථ වෙයි. ඉහළ තත්ත්වයේ යකඩ නිෂ්පාදනයේ ප්‍රමාණය, නිෂ්පාදන සංවිධානයේ ස්වභාවය, අනුව සීගිරි දඹුව ප්‍රදේශයේ යකඩ නිෂ්පාදනයක් තිබුණ බවත්, එම නිෂ්පාදනය, කෘෂිකර්මාන්තය සඳහා සහ යුද්ධමය කටයුතු සඳහාත් මෙන්ම සමහරවිට අපනයනය සඳහාද භාවිතා කළ බව පෙනී යයි.

මෙම ප්‍රදේශයේ යකඩ නිෂ්පාදන ස්ථාන [35] පමණ දැනට සොයා ගෙන ඇත. ඉන් ස්ථාන 5 ක්ම අලකොළවැව මෙන් මහාපරිමාණයේ යකඩ නිෂ්පාදනගාරයෝ වෙත්. ඉන්දියාවේ තාපි ගංගා නිම්නයේ පිහිටි පුරාණ පූර්ව ඓතිහාසික යුගයට අයත් කාමරේජ්හි (Kamrej) යකඩ නිෂ්පාදනාගාරය, අලකොළවැව හා සමකාලීනය. ග්‍රීක නාවුක මාර්ග විස්තරයක් වූ පෙරිපියස් මාරිස් එරිත්‍රෙයි (Peripius Maris Erythraei) හි මෙම ස්ථානය රතු මුහුද වෙරළ ආසන්නයේ සහ මධ්‍යධරණී ප්‍රදේශය යකඩ ආනයනය කිරීමේ වෙරළබඩ වෙළඳ මධ්‍යස්ථානයක්ලෙස ක්‍රියාකර ඇති බැව් සඳහන් කර ඇත. [47] පුරාණ යකඩ කාර්මිකයෝ යකඩ නිෂ්පාදනයට අවශ්‍ය ප්‍රධාන ඉන්ධනය ලෙස දැව භාවිතා කළෝය. මේ නිසා අලකොළ වැව යකඩ නිෂ්පාදනය අභාවයට යන්ට ඇත්තේ ප්‍රදේශයේ යපස් හා දැවවල හිඟාව නිසා විය හැකිය.

අධෝ ලිපිය

1. පාෂාණ යුග සමාජ : පුරාතන ලෝකයේ කාලානුරූප යුග ආරම්භ වන්නේ පාෂාණ තාක්ෂණයක් සමගය. පැලියෝලිතික හෙවත් පූර්ව ශිලා යුගය ප්‍රථමයෙන් ද, ඉන්පසු පිළිවෙලින් මෙසොලිතිකය හෙවත් මධ්‍ය ශිලා යුගයත්, නියොලිතිකය හෙවත් නව ශිලා යුගයක් දක්නට ලැබේ. නියොලිතිකය මැත ශිලා යුගය වන අතර කෘෂිකර්මාන්තය සහ (ස්ථිර) ජනාවාසකරණයෙහි ආරම්භය මෙහි විශේෂිත අංගයි. පාෂාණ යුග සමාජ යනු ඉහත දැක්වූ යුගවල ජීවත් වූ ජන සමාජයන්ය.

2. Schmandt - Besserat, Denise. 1980, Ocher in Prehistory, *The coming of the Age of iron,* Theodore A Wertime and James D. Muhly (eds), new Heaven & Yale University Press,

3. Smithsonian Institution, 1987, The manufacture of metal in the Ancient near east.

4. **cold hammering :** සාමාන්‍ය උෂ්ණත්වය යටතේ භාණ්ඩය හැඩගැස්වීම සඳහා තැළීමට භාජනය කිරීම.

5. අග්නි තාක්ෂණය **(pyrotechnology) :** මිනිසා විසින් තම අභිමතය පරිදි ගින්දර භාවිතය කිරීමත් එහි පාලනය ආරම්භ කිරීමත්ය.

6. Tylecote, R.F. 1979, *A History of Metallurgy,* Mid Country Press, London.

7. **යකඩ යුගය** : යකඩ භාවිතා කිරීම ආරම්භ කළ තාක්ෂණික අවධිය.
මුල් ඓතිහාසික යුගය : ප්‍රාග් ඓතිහාසික සහ ඓතිහාසික යුගය අතර වූ කඩඉමයි. ශ්‍රී ලංකාවේ මේ යුගය ක්‍රි.පූ. 900-600 අතර කාලයට අයත් බව ආචාර්ය දැරණියගලගේ අදහසයි. මෙහි විශේෂත්වය යකඩ තාක්ෂණය සහ මඩ වී ගොවිතැනයි. ශ්‍රී ලංකාවේ යකඩ යුගය ආරම්භ වන්නේ මුල් ඓතිහාසික යුගයේ නිසා, එය මුල් ඓතිහාසික යකඩ යුගය ලෙස අර්ථ දක්වයි. (දැරණියගල, 1990)

8. **චැල්කොලිතික යුගය** : මානවයා ශිලා ආයුධ වලට පසු තාක්ෂණිකව පා තැබුවේ තඹ යුගයටයි. තඹ යුගයේදී තඹ ආයුධ සමග ශිලා ආයුධද භාවිතා කළ නිසා එය චැල්කො + ලිතික් (තඹ + ශිලා) ලෙස හඳුන්වයි.

9. Deraniyagala, S. 1990, The Proto-and Early Historic Radio Carbon Chronology of Sri Lanka, *Ancient Ceylon No 12,* Department of Archaeology, Colombo.

10. Karunaratne, P. and Adikari, G. 1994, Excavations at Aligala Prehistoric Site, *Further Studies in the Settlement Archaeology of the Sigiriya-Dambulla Region,*
Bandaranayake, S. and M. Mogren (eds.) **PGIAR,** Colombo.

10a. Deraniyagala, S.U and Abeyratne. M. 1997, Radiocarbon Chronology of Iron Age and Early Historic Anuradhapura, Sri Lanka : Revised Age Estimate (unpublished)

11. **පුරා ලෝහ තාක්ෂණය** : පුරාතන ලෝහ විද්‍යාව එහි මූලාරම්භය සිට කාර්මිකරණයට පෙර යුගය දක්වා අධ්‍යයනයයි. මෙයින් මූලිකව සිදු කරනුයේ පුරාතනයන්ගේ ලෝහ විද්‍යාත්මක දැනුමෙහි විද්‍යාත්මක හරය සෙවීමය.

12. Davy, J. 1983, *An account of the interior of Ceylon, and of its inhabitants, with travels in that island,* Tisara Prakasakayo Ltd, Dehiwela.

13. Ondaatje, W.C. 1854, The Kandyan Mode of Manufacturing Steel, *Ceylon Almanac and Annual Register,* Government Printer, Colombo.

14. Coomaraswamy, A.K. 1956 (1908), *Medieval Sinhalese Art,* Pantheon Books, New York.

15. Hadfield, R. 1912, Sinhalese Iron and Steel of Ancient Origin, *Journal* at red heat into cold water.

16. **ජල පිළියම (quenching) :** වානේ රක්ත වර්ණ වන තුරු රත්කර, එයට දැඩිබවක් ලබාදීම සඳහා, එක්වරම සීතල ජලයට හෝ දියරයකට එබීමෙන් සිදු කරනු ලබන ක්‍රියාවලියයි.

17. **මතුපිට දැඩි කිරීමේ ක්‍රමය හෙවත් ශක්තිමත් කිරීමේ ක්‍රමය (case hardening or cementing) :** මෙම ක්‍රමයේදී මතුපිට ඇතුලතට වඩා දැඩි භාවයකින් යුතුය.

18. **ශුද්ධ යකඩ (wrought iron)** සෘජු ක්‍රමයක් මගින් නිපදවනු ලබන යකඩයි. ප්‍රාථමික උදුන් වලින් මෙම ක්‍රමයෙන් නිපදවන ලද යකඩ වලට තවදුරටත් කාබන් එක් කිරීමෙන් වානේ තනනු ලැබේ.

19. Forenius, S. and Solangaarachchi, R. 1994, Dehigaha-ala-kanda **(KO 14)** at Alakolavava : Ann Early Iron Production Site with a Highly Developed Technology, *Further Studies in the Settle ment Archeology of the Sigiriya-Dambulla Region,* **PGIAR,** Colombo.

20. Juleff, G. 1990, The Samanalavava Archaeological Survey, *Ancient Ceylon No 9,* Deparment of Archeology-Colombo

21. Bopearachchi, O and Wijepala, **W. 1995,** The fiuvial and maritime trade centers of ancient Sri Lanka. Results of the explorations and excavations conducted by the Sri Lanka - French Archaeological Mission.

22. Dissanayake, S. 1992, *Alahara Exploration,* Unpublished Report, Department of Archaeology, Colombo.

23. Solangaarachchi, R. 1996, The ancient iron production technology in the Lower Kelani Valley basin. (unpublished)

24. **බ්ලූමරි ක්‍රියාවලිය (bloomery process) :** සෘජුව යකඩ නිස්සාරණය කරගැනීමේ ක්‍රමය

25. මෘදු තත්ත්වයේ වූ යකඩ **(spongy iron bloom) :** බ්ලූමරි වර්ගයේ උදුන් වලින් නිපදවන අවසාන ඵලය මෘදු යකඩ ගුලියකි. මෙය කිනිහිරිය මත තබා තැලීමෙන් එහි වූ යබොර කොටස් ඉවත් කරනු ලැබේ.

26. ස්වාභාවික වාත ප්‍රවාහය බොහෝවිට මේ සඳහා ස්වාභාවිකව හමන සුළඟ භාවිතයට ගනුලැබේ.

27. **කෘත්‍රිම වාත ප්‍රවාහය** : මයින හම වැනි උපකරණයක් මගින් නිපදවනු ලබන කෘත්‍රිම වාත ප්‍රවාහයයි.

28. **මයිනහම** : උදුන තුළට යැවෙන කෘත්‍රිම වාත ධාරාව නිපදවනු ලබන උපකරණයකි.

29. **වායු නල (tuyere) :** මයිනහම තුළින් නිපදවන වාතය උදුන තුළට යැවෙන්නේ උදුන් බිත්ති තුළ නිර්මාණය කර ඇති මෙම මැටියෙන් තනන ලද සිලින්ඩරාකාර නල තුළිනි.

30. Hedge, K.T.M. 1990, Scientific Basis and Technology of Ancient Indian Copper and Iron Metallurgy, *History of Science and Technology in Indian,* Kuppuram, G. and K. Kumudamani (eds.) Sundeep Prakashan, Delhi.

31. Noreus, D. 1994, Chemical Characterization of Ore, Slag and Iron from an Advanced Bloomery Process in the Sigiriya-Dambulla Region, *Monograph on Iron Production,* (unpublished report)

32. Prakash, B. 1990, Scientific Basis and Technology of Ancient Indian Copper and Iron Metallurgy, History of Iron Steel Making in India, Kuppuram, G. and K. Kumudumani (eds.), Sundeep Prakashan, Delhi.

33. Dayasisira, H.G. 1993, Some Aspects of the Premodern Iron Premodern Iron Technology in Sri Lanka, School of Science, December 1993, Institute of Fundamental Studies, Kandy.

33. නො. 6 බලන්න.

35. නො. 31 බලන්න.

36. නො. 30 බලන්න.

37. Deraniyagala, S. 1986, Excavations in the citadel of Anuradhapura : Gedige 1984, *Ancient Ceylon, No. 6,* Department of Archeaeology, Colombo.

38. Somesekaram, T. (et al.), 1988, *The National Atlas of Sri Lanka,* Survey Department, Colombo.

39. **කාබන් 14 කාලනිර්ණය (C_{14} Dating System):** සත්ව ඇටකටු, දැව, බෙලිකටු, අඟුරු වැනි කාබන් අඩංගු ද්‍රව්‍ය වල ජීවත්වූ කාලය මැනීමේ තාක්ෂණික ක්‍රමයකි. ජීවියෙක් මියගිය පසු ශේෂ වන විකිරණශීලි C_{14} විශ්ලේෂණය කිරීමෙන් එම ජීවියා ජීවත් වූ කාලය ගණනය කිරීම මෙමගින් සිදු කරනු ලැබේ.

40. Bandaranayake, S. (ed) 1993 *Site Report, Sigiriya Project,* (unpublished).

41. තො. 10 බලන්න.

42. Karunaratne, P. 1994, A Brief Report of the Excavation at Ibbankatuva, a Proto and Early Historic Settlement Site, *Further Studies in the Settlement Archaeology of the Sigiriya-Dambulla Region,* Bandaranayake, S. and M. Mogren (ed.), **PGIAR,** Colombo.

43. Hocart, A.M. 1924, Ceylon Journal of Science - Section G, *Vol.I, Part II,* Dulan & Co Ltd, London.
Hocart, A.M. 1927, Ceylon Jurnal of Science - Section G, *Vol, Part III,* Dulan & Co Ltd, London.

44. Bandaranayake, S. 1974, *Sinhalese Monastic Architecture,* University of Amsterdam, Netherlands.

45. Paranavithana, S. 1971, *Inscription of Ceylon II,* Department of Archaeology, Colombo.

46. Seneviratna, S. 1992, Resource use in antiquity, the utilization of minerals, water flora and fauna in premodern Sri Lanka, Institute of Fundamental Studies, Kandy.

47. Gupta, S. 1993, The location of Kammoni, M*an and Environment, Journal of the Indian Society for Prehistoric and Quaternary Studies,* Volume XVIII, Decan College, India.